



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL ANEXO PIEDRAS COLORADAS,  
CAJAMARCA, 2016”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**ELMER PEREZ HERRERA**

**ASESOR:**

**Mg. JOSÉ LUIS ADANAQUÉ SÁNCHEZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2016**

## **JURADO**

---

**Ing. Jony Villalobos Cabrera.**

**Presidente**

---

**Ing. Hubert Ivan Diaz Alcalde.**

**Secretario.**

---

**Ing. José Luis Adanaqué Sanchez.**

**Vocal.**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo ejecutado con inmenso impulso, empeño y esfuerzo le brindo de un modo muy personal a Dios, por facilitarme la fuerza y ser mi conductor a lo largo de mi vida.

Dedicado con toda mi alma para mis padres de todo corazón, su ejemplo ha hecho de mí una persona de mucho bien y han sido mi apoyo, esa fuerza que me han llevado a culminar con éxito mis estudios, esta etapa muy importante de mi vida profesional.

Elmer Pérez Herrera

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme la vida, energía y fuerza para continuar superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestra sociedad.

A mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar mis metas y objetivos en mi etapa de formación profesional.

Mi sincero agradecimiento al Ingeniero asesor por haberme asesorado y guiado en todo momento, brindándome su apoyo incondicional para poder finalizar con consecución el desarrollo de mi proyecto profesional.

Por último agradecer a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación profesional nos han transmitido sus conocimientos y experiencias para ser de nosotros unos profesionales.

Elmer Pérez Herrera

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Elmer Pérez Herrera, con DNI N° 70027327, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Cajamarca, Diciembre del 2016.

---

Elmer Pérez Herrera.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Diseño de un sistema Fotovoltaico para el suministro de Energía Eléctrica al Anexo Piedras Coloradas, Cajamarca, 2016”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Elmer Pérez Herrera.

## INDICE

Contenido	
JURADO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
INDICE .....	1
RESUMEN.....	3
ABSTRACT .....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	5
1.1.1. REALIDAD NACIONAL.....	6
1.1.2. REALIDAD REGIONAL.....	7
1.1.3. REALIDAD LOCAL .....	8
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	9
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	9
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	10
1.2.3. ANTECEDENTES REGIONALES .....	12
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	12
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	24
1.6 HIPÓTESIS.....	27
1.7 OBJETIVOS .....	27
II. MARCO METODÓLOGO.....	27
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	27
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	28
Operacionalización y variables.....	29
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	30
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	33
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	33
III. RESULTADOS.....	35

<b>3.1 Estimar las condiciones de radiación solar actualmente existentes en el Anexo piedras Coloradas – Cajamarca. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Determinar la Maxima Demanda de energía Electrica que requiere el Anexo Piedras Coloradas – Cajamarca. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Calcular y seleccionar las diferentes componentes del sistema fotovoltaico a diseñar. ....</b>	<b>36</b>
<b>3.4 Determinar el monto total de inversión para el diseño del proyecto en el Anexo Piedras Coloradas Cajamarca. ....</b>	<b>40</b>
<b>3.5 Evaluar económicamente el proyecto a diseñar.....</b>	<b>41</b>
<b>IV.- DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>V.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VI.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VII.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>



## RESUMEN

El sistema fotovoltaico, que acceden la procreación de energía eléctrica a través de la radiación solar, establece una variable considerable en servicios que se solicita sustentar equipos electrónicos en zonas que se localizan enormemente de una red eléctrica, o en que las circunstancias de la superficie periférico obstaculiza la expansión de las líneas de transmisión en estos lugares. En el actual diseño se elabora un bosquejo de un sistema de electrificación fotovoltaico para proveer el suministro eléctrico de una población de 23 viviendas en el Anexo Piedras Coloradas. Distrito de La Encañada, Provincia y Departamento de Cajamarca. Inicialmente se realiza una investigación sobre el modo en que se ejecuta la conversión de energía solar en energía eléctrica mediante las celdas solares, elemento fundamental de los módulos fotovoltaicos que se utilizan para conformar el alternador eléctrico fotovoltaico. Después se estudia las actividades de los sistemas fotovoltaicos independientes, sus primordiales elementos y advertencias que se obligan poseer considerar al momento de ejecutar el tamaño y elegir los elementos que se van a emplear. Se aprecia la cuota de radiación solar equilibrado en el lugar de correspondencia, de la misma manera el gasto eléctrico al día necesario a la capacidad que se ensamblarán en dicho sistema, asimismo se elige los equipos para los usos fotovoltaicos, de lo cual se ejecuta los diferentes cálculos de presupuesto inicial total indispensable para la realización del diseño. Por otro lado este modelo de tecnología entrega considerables utilidades: montaje sencillo, utiliza un origen de energía pura y ventajosa, su realización es instintiva y silente, se provee de escaso mantenimiento y no afecta al medio ambiente.

Palabras claves: Fotovoltaicos, radiación, transformación, energía eléctrica

## **ABSTRACT**

Photovoltaic system, which access the procreation of electric energy through solar radiation, establishes a considerable variable in services that are requested to support electronic equipment in areas that are located largely from an electrical network, or in which the circumstances of the peripheral surface Hinders the expansion of transmission lines in these places. In the current design, an outline of a photovoltaic electrification system is elaborated to provide the electrical supply of a population of 23 houses in the Piedras Coloradas Annex. District of La Encañada, Province and Department of Cajamarca. Initially an investigation is made on the way in which the transformation of solar energy into electric energy is carried out by means of the solar cells, fundamental element of the photovoltaic modules that are used to form the photovoltaic electric alternator. Subsequently we study the activities of independent PV systems, their primordial elements and warnings that are obliged to be considered at the time of executing the size and choose the elements to be used. The proportion of balanced solar radiation in the place of correspondence is appreciated, in the same way the electrical expenditure per day necessary to the capacity that will be assembled in said system, also the equipment for the photovoltaic applications is chosen, of which the Different estimates of total initial budget indispensable for the realization of the design. On the other hand this model of technology delivers considerable utilities: simple assembly, uses a source of pure and advantageous energy, its realization is instinctive and silent, is provided with little maintenance and does not affect the environment.

Keywords : photovoltaic , radiation, transformation, electricit.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **1.1.1. INTERNACIONAL**

Estudios nuevos proporcionan constituir para tiempos venideros los pobladores se encontrará a lo largo más desasistida y exterminada, implicando esto a la carencia de abastecimientos de electricidad, y de suceso la viabilidad y aumento de la energía en más de 44%. Se logra precisar en relación al año 2030 se lograría abastecer electricidad a partir de la implementación de 496 805 km de módulos fotovoltaicos para proporcionar energía a toda la tierra (Calvo, 2009 p. 21)

De los orígenes de suministro de energía a raíz de energías renovables, la solar (que es principio de existencia y la fuente de los otros modos de energía) es pura, ventajosa y se supone interminable ya que se aprecia, está confirmada para varias décadas de años. La suma de energía solar que percibimos en un día deduce más que conveniente para abarcar el requerimiento del mundo de todo un año. Sin embargo esta demanda no se puede utilizar en su cabalidad la razón es que los medios para modificar la energía solar en corriente no son lo suficientemente eficaz (Pereda y Lopez, 2005 p.10)

Los países del mundo están cambiando lentamente como si tuvieran miedo las fuentes de energía, de la energía convencional a otras energías no contaminantes como son las no convencionales para suministrar electricidad. Siendo hoy en día las energías no convencionales tales como la energía solar, las alternativas de suministrar electricidad sin contaminar el medio ambiente, en la que ya se ve a muchos países tomado esta iniciativa y viéndose un avance notablemente. El país con un mejor abastecimiento de energía solar es Alemania, con una potencia instalada total de 10,000 megavatios, teniendo como objetivo llegar para el año 2050 a cubrir al 1000% su demanda de electricidad con energía solar; luego le sigue España con una potencia instalada de 3,500 MW, Japón con 2,700 MW, Estados

Unidos 1,800 MW, Italia 1,300 MW, La Republica Checa con 600 MW, China con 400 MW, Francia 350 MW, La India 200MW; y otros países que están por muy debajo así como también los países latinos, la energía solar solo genera el 0.04 % de la electricidad a nivel del mundo en un año Creus, (2015, p.15 ).

Hoy en día la mitad de las personas existentes radican en las zonas urbanas, para el año 2050 la cantidad de habitantes aumentara significativamente en un aproximado del 65% , entonces seria un gran problema para suministrar energía eléctrica a grandes demandas si no se toman las medidas drásticamente. En los países internacionales el año 2015 se invirtieron en energías no convencionales una cantidad de \$ 330 mil millones, que seria el doble de lo que se invirtió el año 2008; este monto es el doble de lo que se ha invertido en generación térmica, 5 veces mas de lo que se invierte en generación de energía hidráulica y 10 veces más de lo que se invierte en generación de energía nuclear. Las naciones que invirtieron anteriormente lo hicieron con precios demasiado elevados lo que no pasa en el contexto peruano, el Perú tiene la oportunidad de hacerlo a precios muy competitivos ya que cuenta con las condiciones tanto climáticas como geográficamente favorables, sostuvo Temboury (2016, párr.5-8).

#### **1.1.1. REALIDAD NACIONAL**

Que actualmente en el Perú la energía es desarrollada todavía en la mayoría de veces por origen fósil de energía, que son agotables y muy contaminantes. De acuerdo a esto desde hace un periodo atrás y en la actualidad se está desarrollando como una predisposición y convencimiento de que estas fuentes de energía convencionales tendrán que ser sustituidas por origen renovable de energía, principalmente la energía solar, el magnífico origen a un prolongado periodo y que no contamina. (Huincho, 2014 p. 20)

Que finalmente hablando de electrificación como una de las principales necesidades, el incremento de los factores de electrificación a nivel

nacional C.E.N y rural C.E.R avanza en aumento desde los cinco años últimos: Se analiza que el C.E.N entre los años 2006 y 2011 ha mostrado un aumento un reducido más de 9 puntos logrando 82,7 %. Así mismo el C.E.R durante un tiempo igual se ha variado de 28.9 a 56.0, lo que señala una ampliación aproximadamente de 27puntos, sin embargo incluso alrededor parte de los pobladores que viven en una zona rural no proveen de servicio eléctrico, lo cual es razón suficiente para optar por implementar fuentes de energía renovables en los lugares más alejados para satisfacer esta gran necesidad en las zonas rurales, lo cual hace aún más atractiva la idea de optar por los sistemas fotovoltaicos, que en promedio presentan un periodo de duración eficaz de 30 años a más dependiendo del fabricante. Cada situación es más caro ampliar un porcentaje de crecimiento a la electrificación a causa de la disminución de consistencia de la población y los problemas geográficos de gran ámbito de nuestro país. (Piriz, 2013 p. 09)

A estos millones de peruanos solo hay una oportunidad de economía posible a bajo e intermedio periodo es la de generar energía eléctrica local, justificada referente en totalidad en recursos renovables. Solar, hidráulica, biomasa, eólica. Aunque esta realidad es considerablemente identificada, parcialmente escaso se ha realizado hasta ahora en esta materia. Esto se demuestra por diferentes razones, especialmente a causa que es demasiado caro electrificar zonas alejadas y retiradas que zonas que se encuentran cerca de una red eléctrica interconectada actual. (Piriz, 2013 p. 09)

### **1.1.2. REALIDAD REGIONAL**

El Departamento de Cajamarca se encuentra entre las más pobres del Perú. A través de las señales de su escasez se calcula poseer la escala más mínima de electrificación de todo el Perú 39.4 %. De los 5810 CPM de la Provincia de Cajamarca solamente 890 poseen energía eléctrica. Los gobiernos central y regional han resuelto en priorizar el proyecto de ampliación PAFE III de Cajamarca entonces donde aproximadamente 1145 CPM llegarían a contar con energía eléctrica, entretanto los otros

CPM continuarán en la extensa lista de retraso para los años siguientes. El contar con electrificación es un sueño amplio de aquellos pueblos alto andinos, solamente no es que por carencia de energía establece impedir desarrollar la limitación de la supervivencia, asimismo también por la sociedad a las palabras maravillosas “actualidad” y “avance”: “Población con energía eléctrica = Población que ha desarrollado”. Por satisfacer esta aspiración muchos pueblos darían la vida por tener electricidad. Y dar la vida no es una exageración cuando de acceder a electrificación se trata. (DGER-MEM, 2012 p. 20)

### **1.1.3. REALIDAD LOCAL**

El Anexo Piedras coloradas, se localiza en el Distrito de La Encañada, Provincia y Departamento de Cajamarca, tiene una población aproximada de 110 habitantes una extensión de 1026 hectáreas cuenta con 23 viviendas, a una altitud de 3850 m.s.n.m. El Anexo se encuentra a una distancia de 100 Km del Distrito de La Encañada a 150 km de la Provincia y Departamento de Cajamarca, cuenta con trocha carroable, su geografía es muy accidentada y las viviendas muy dispersas dificultando por muchos años a los pobladores que no cuentan con el servicio eléctrico por el elevado costo que demandaría llegar con la red eléctrica convencional. El desinterés por parte de las autoridades comunales, del gobierno regional y la empresa concesionaria, lo que hace difícil dotarles del servicio eléctrico a la población, así como la explotación adecuada de sus principales actividades, como la educación, mejor calidad de vida y dando como resultado pérdidas en el desarrollo productivo, humano y social de la población. (Ver anexo N°1)

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Muñoz (2015 p.10) en su tesis denominada Análisis del suministro eléctrico, mejoras de los índices y niveles de calidad en la distribución de energía eléctrica dice, en la actualidad la disposición del sistema eléctrico se ha relevado en un asunto de mucha importancia suministradoras de energía eléctrica así mismo para los clientes o beneficiarios finales del servicio eléctrico, dada la diferencia de aspectos tecnológicos y de comercio implicados en el abastecimiento, precisamente a manera de crecimiento de la obligación de los usuarios y a las modificaciones en la organización de la zona . Ya no sólo se considera el suministro de electricidad como una necesidad básica, sino que su calidad cobra cada vez más importancia. El desarrollo de las obligaciones de la ciudadanía aliada a las eventualidades que se hallan obteniendo en la ordenación del procedimiento de distribución, ha hecho que se esté haciendo hincapié en la modificación de la reglamentación de la disposición del trabajo.El servicio eléctrico al producir un beneficio de uso,corresponde conservar una definida cualidad, pues de ser diferente, perjudicaría en totalidad a los equipos que se sometieren de una forma directa e indirecta de energía eléctrica.

Valdivia (2012 p. 09) en su tesis denominada Factibilidad técnico-económica de la instalación de energía solar fotovoltaica en la comuna de Pucón dice el sector fotovoltaico se sostiene en una ciencia de evolución y una manufactura de alto que en la actualidad se viene obteniendo un desarrollo anual medio excelente de 30%. A diminuto y regular periodo se considera que poseerá una disminución considerable de precios requerido a un mejoramiento de la eficacia de las ciencias presentes,a la optimización de los procedimientos de elaboración, al empleo de ahorro de proporción y al avance de modernas ciencias. No obstante habitualmente el empleo de la energía solar fotovoltaica se han desarrollado en servicios excluidos de la una red eléctrica, hace determinados años la integración de esta ciencia al perímetro de la

ciudad está permitiendo su extensión y progreso. Es importante poseer en balance que la generación fotovoltaica es la exclusiva que alcanza elaborar, en un inicio de un principio cambiable, energía alla en la cuál se extingue, disminuyendo la inpregnación de las redes y atenuando los daños en la conseción de la energía.

Bárcena Adán , Bárcena Sotero (2014 p.15) en su tesis denominada Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica dentro de un proyecto de vivienda sustentable dice los sistemas de elaboración de energía eléctrica llamados sistema fotovoltaico facilitan la conversión de la energía que abarca la radiación solar como electricidad, Este sistema está peculiarizado por un nivel de en relación al ambiente, sitio geográfico y demas situaciones muy escasos principios logran obtener. Energías comunes, la energia solar fotovoltaica muestra la propiedad de origen amplio de electricidad, por aplicarse de energía reformable. Su peculiaridad asimismo por condicion ubicuo, permitiendo ser aplicada en distintas extenciones de la tierra, claro no con igual magnitud en los sitios ni en cada instante. Esta ubicuidad facilita una extensa importancia de uso.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Salas (2013 p. 12) en su tesis denominada Diagnóstico, análisis y propuesta de mejora al proceso de gestión de interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico de baja tensión caso: empresa distribuidora de electricidad en Lima dice la el departamento eléctrico posee como propósito la complacencia de la obligación energética de los habitantes. El relato de la energia electrica desarrollada en el Perú explicada en iluminacion del desarrollo, difusion del MEM (2010) revela precisamente esto: la progresiva busqueda energética de los habitantes y su utilización que en sus inicios se usaba solo para alumbrado, a utilización termica, de energia inpelente electrónico e inclusive tal sustancia prima en procedimiento de obtención. La disposición en la actualidad de generar energía eléctrica en nuestro territorio se distribuye por medio térmicas e hidráulicas. Las iniciales producen nergía eléctrica en centrales



termoeléctricas a través de la energía calorífica obtenida de la inflamación de emanación nativo, carbón o hidrocarburo. Este tipo de combustible transforma el agua de un generador en gas a elevadas temperaturas y lo lleva con destino a las turbinas para hacer rotar. Un generador convierte la energía mecánica obtenida por la emanación de agua en energía eléctrica.

Prado (2008 p. 13) en su tesis denominada Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada dice, el sistema fotovoltaico pues manifiesta la procreación de energía eléctrica por medio de la radiación solar, establece una opción considerable en aprovechamientos en los que se necesita suministrar equipamientos electrizantes en zonas que se hallan demasiadas apartadas de una red eléctrica o en que las circunstancias del ámbito de la superficie adyacente impide la expansión de las líneas de suministro para proveer la carencia de energía eléctrica en estas regiones. Así se consigue un proceso, ejemplo, de estaciones meteorológicas y torres de transmisión de datos. Este modelo de sistema fotovoltaico no es muy generalizado a nivel del mercado en sectores de la ciudad o con probabilidad de empalmarse a un servicio eléctrico, a causa de la elaboración de las celdas solares que están constituidos los módulos fotovoltaicos, importantes elementos de los sistemas fotovoltaicos, solicitan en la actualidad un alto gasto energético; interpreta un elevado consumo energético de alteración al inicio.

Cornejo (2013 p. 06) en su tesis denominada Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura dice, la energía solar fotovoltaica se fundamenta a través de la conversión natural de los rayos solares en energía eléctrica, a través de un mecanismo electrónico llamado módulo fotovoltaico. La transformación de la energía de los rayos solares en electricidad está determinado por un cambio físico denominado efecto fotovoltaico. Muestra propiedades particulares aquí las que predominan: Alto índice

Energético. Reducido o cero efecto ecológico, interminable a nivel humano.

### **1.2.3. ANTECEDENTES REGIONALES**

Delgado (2006 p. 04), en su informe denominado “Experiencias en Electrificación Rural Fotovoltaica en Cajamarca”. El año 2004 las ONG’s Perú en Acción en Chota y Prodia en Bambamarca, empezaron un proyecto de electrificación rural fotovoltaica, apoyado, con colaboración internacional la construcción de 409 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios Básicos (SFDB), denominados asimismo microsistemas fotovoltaicos; 200 en Chota y 209 en Bambamarca, en semejante cantidad de domicilios que reunían con las dos primeros requisitos antes mencionadas, en un totalidad de 48 caseríos de ambas provincias. Proyecto realizado por la empresa TECNOSOL EIRL de la ciudad de Cajamarca.

## **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

“El sector eléctrico pertenece a un sector estratégico en cualquier economía. Actualmente es un servicio indispensable para realizar nuestro trabajo usual de nuestra vida habitual” (Santiago, 2008 p. 12).

#### **Suministro de energía eléctrica**

[...].Desde los hogares hasta los más sofisticados centros de desarrollo científico y tecnológico, tienen como esencial fuente de energía a la electricidad para el desarrollo de sus actividades. Es por ello que es un sector en constante evolución, para adaptarse a las cambiantes demandas de la vida moderna. Las áreas de evolución que se requiere cubrir son diversas debido a la complejidad del propio sector, es técnica y tecnológicamente demandante. Por otro lado, al ser parte fundamental en la economía se han llevado a cabo muchas acciones encaminadas a hacerlo un servicio rentable; incorporando en él diferentes esquemas de operación. Para la operación propia del sector eléctrico existen tres sectores intrínsecos: generación, transmisión y distribución. Los cuales pueden operar en un monopolio, o bien como empresas independientes. Para uno y otro caso se han creado organismos que complementa esta operación,

en primera instancia se crearon organismos reguladores para los monopolios. Otros sistemas han venido evolucionando hasta separar totalmente estas actividades y crear mercados eléctricos competitivos en el área de generación y distribución que por su naturaleza lo permiten así, surgieron figuras como empresas comercializadoras del servicio; que no intervienen en ninguno de los tres procesos técnicos, sino que únicamente se dedican a aspectos comerciales de la energía eléctrica. (Santiago, 2008 p. 12).

“La energía eléctrica es utilizada al máximo en bienes de modo de progreso por ser denominada energía económica, estableciendo una circunstancia de costo directo o indirecto, completo del producto” (Salas, 2013 p. 19).

[...]. Su acceso induce a la realización de modernas empresas de pequeños patrimonios inaugurales, tal Pequeña y Mediana Empresa y Microempresa, lo que se interpreta en una grande propuesta de artículos y beneficios para considerar la demanda de la población. La energía eléctrica es utilizada por lo tanto intensivamente en todos los aspectos referentes en superficies fértiles y por esto debe estar utilizable en multitud y disposición y un determinado precio apropiado al cliente final. Las circunstancias que se hallan envueltos en la consideración de la forma de vida estiman la comodidad social de los habitantes y sociedades desde la subjetividad de la persona y determinadas circunstancias económicas definidas. Si bien el uso eléctrico no procede como punto de clasificación de cualidad de vida, tal como la ilusión de vida, es un destello del nivel de percibir que tiene un individuo o familia. De igual forma coopera a retribuir obligaciones esenciales tales como; Manutención, domicilio, salubridad, formación, ya que estas obligaciones necesitan la utilización de electricidad en su proceso, ejecución, conservación, alumbrado. (Salas, 2013 p. 19).

### **1.3.2 LA ENERGÍA SOLAR**

“Producción de energía eléctrica obtenida en forma directa del sol; se utilizan técnica, ciencia de semiconductores idénticas a la que se ha promovido en lo absoluto a lo concerniente con los circuitos integrados en los últimos años” (Prado, 2009 p. 24).

[...].El tipo de energía conseguida mediante los semiconductores es obtenida como corriente continua, sucediendo en el momento que definidos elementos irradiados con energía luminosa producen electricidad. El uso de mayor hábito de las celdas solares es la unión de láminas sutiles de silicio y boro, con grosor aproximado de 0.5mm en enlace paralelo o serie, para adquirir así potencias de kilovatio conveniente a la carencia o empleo necesario. Cuando se elabora conexión a la red, suministrado evidentemente los componentes de los módulos fotovoltaicos, se posee una gran utilidad, conveniente a que no solicita ningún sistema de depósito de electricidad, disminuyendo el precio de la realización del proyecto. (Prado, 2009 p. 24).

“La energía solar es la energía producida a través de la adquisición de la luz y el calor producido por la radiación solar” (Domínguez, 2012 p. 36).

[...]. La radiación solar que obtiene el planeta a través del calor que ocasiona por medio de la imbibición de la radiación, entre mecanismos ópticos o de diferente clase. La energía solar es una energía cambiante que no corrompe denominada energía pura e inagotable. La difusión de la radiación solar que alcanza la tierra se aprovecha a través del calor que se logra por medio de la penetrabilidad de la radiación (Domínguez, 2012 p. 36).

“La tecnología evolucionada para la adquisición y procreación de energía solar se designa fotovoltaica” (De León, 2008 p. 23).

[...].Así mismo consta de una serie de celdas fotosensibles (sensibles a la luz), emitiendo una potencia eléctrica, el cual se quiere aplicar acumular para su utilización a futuro por medio de componentes baterías o acumuladores, o se pueden aprovechar directamente (De León, 2008 p. 23).

“Por lo general se utiliza en territorios marginados de la red de disposición eléctrica o dificultoso acercamiento a la red, pudiendo producir de modo individual o compuesta con sistemas de generación eléctrica convencional” (Domínguez, 2012 p. 45).

[...] Los importantes empleos son la de generar energía eléctrica de sistemas para bombeo de agua, repetidores de televisión y teléfonos, la iluminación de

lugares marginados: iluminado, diminutos artefactos, menor consumición no asignados o calentamiento, iluminación pública excluidas: estacionamientos, zonas de reposo, balizado, señales: náuticos, trayectos, antenas, conservación y estabilidad, de igual forma en el nexo a la red eléctrica de diminutas centrales de energía eléctrica que acceden reducir las pérdidas en la red, de este modo se aproxima el gasto a la producción. Este resultado es el que produce en la actualidad el importante crecimiento de este tipo de energía, ya que se está realizando la venta a la red. (Domínguez, 2012 p. 45).

### **1.3.3 EL EFECTO FOTOVOLTAICO**

“Es la cualidad que poseen ciertos elementos como es el de la celda solar de absorber fotones de luz y emitir electrones” (Carillo, Morales, 2009 p. 18).

[...].Este consta en el momento que el rayo solar (fotones de luz) incurren encima del área del módulo solar, el mismo que está determinado por dos finas placas de silicio u obleas, P y N independientes por un semiconductor, al irrumpir en comunicación con las moléculas de luz y el área de la capa P se estimula una repulsión (emancipación de electrones de los átomos de silicio los determinados se hallan en desplazamiento y conducen alrededor del semiconductor comprendiendo la capa N) otorgando a modo de solución una disimilitud de potencial con relación a la capa N, produciendo energía eléctrica directa por lo que a los terminales del mecanismo se les enlaza una carga eléctrica. (Carillo, Morales, 2009 p. 18).

“Las celdas solares elaboran en forma directa de los rayos solares en corriente, oportuno al efecto fotovoltaico. Los rayos solares está combinado de fotones con distintas energías” (Domínguez, 2012 p. 55).

[...]En el tiempo que un fotón con corriente capaz se pone en contacto con un átomo de cualquier componente, por ejemplo el silicio, el átomo atrae la corriente del fotón y un electrón del elemento se encuentra en una situación agitada por la corriente atraída, lo que facilita, en varias ocurrencias, que se desplace independientemente. Si en lado de uno son diversos los electrones que se desplazan independientemente, puede elaborarse una corriente

eléctrica bajo determinadas limitaciones y, por lo tanto, producir corriente a partir de energía solar. (Domínguez, 2012 p. 55)

### **1.3.4 TIPOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS**

Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

### **1.3.5 INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA**

“Estos sistemas conectados a la red, este empleo concierne en producir electricidad a través de módulos fotovoltaicos y transmitir evidentemente a la red de disposición eléctrica” (Huincho, 2014 p. 39).

### **1.3.6 INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA**

“Este tipo de instalación se usan en algunos territorios en los cuales no posee aproximación a una red eléctrica y deduce más barato establecer un sistema fotovoltaico que propender una línea a través de la red y el punto de uso” (Pazmiño, Quinaluisa, 2007 p. 32).

### **1.3.7 LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS AISLADOS.**

“Estimados a manera de una tecnología desarrollada con una alternativa de gran beneficio, práctica para proporcionar de energía eléctrica a millones de pobladores que habitan en el territorio más humilde” (Valdivia, 2012 p. 09).

[...] La utilización del sistema fotovoltaico para este modelo de usos independientes del sistema admiten emplear la existencia de un origen de energía independiente y ventajosa en la misma zona de adquisición, la ductilidad y el modo de los montajes y la extensa autonomía que este sistema provee. (Valdivia, 2012 p. 09).

“Este sistema posee como tarea asegurar un suministro de energía eléctrica independiente (independiente de la red eléctrica pública) de usuarios o domicilios excluidos” (Feijoo, 2009 p. 11).

[...] Este tipo de instalación no cuenta con ningún tipo de restricción técnica en cuanto a la potencia eléctrica que puede obtener; únicamente razones de economía y beneficio constituyen un apunte al número de módulos y acumuladores a instalar. (Feijoo, 2009 p. 11)

“La energía eléctrica obtenida se acumula en acumuladores, para que posteriormente sea empleada en circunstancia que sea necesario, y no sea en el momento que esté disponible la radiación solar” (Pareja, 2010 p. 16).

[...]. Este almacenamiento de energía debe estar medida del modo que el sistema continúe su curso inclusive en lapsos amplios de estado del tiempo en el momento que la radiación solar sea mínima. De este modo se afirma una distribución constante de energía. El regulador de carga es el elemento encargado de comprobar el mejor desempeño del sistema previniendo la descarga, sobrecarga del acumulador, facilitando una alarma visual para el caso de falla en el sistema. De este modo se confirma el uso eficaz y se alarga su vida útil. Este tipo de instalación es muy útil para proveer sitios de difícil acceso e indisposición a donde llevar un punto de conexión de la red eléctrica donde resulta excesivo costo. Caso de existir grupos electrógenos proporcionan aumentar el nivel de existencia al disminuir o sustituir los sonidos, indicios a hidrocarburos y mantenimientos costosos. (Pareja, 2010 p. 16).

“Una instalación fotovoltaica doméstica habitual consiste de los consecuentes componentes: panel solar y estructura soporte, acumulador, regulador de carga y empleos de adquisición (luminarias más toma corrientes para electrodomésticos), cableado y los dispositivos de protección” (Valdivia, 2012 p. 09).

[...] La corriente que proporciona el acumulador es corriente continua y por lo general los electrodomésticos que se comercializan, funcionan con corriente alterna. Por esta razón se usan onduladores que transforman la corriente continua en alterna (inversores de carga) (Valdivia, 2012 p. 09).

### **1.3.8 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.**

Un sistema fotovoltaico aislado está determinado por los consecuentes componentes:

### 1.3.9 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

“El módulo fotovoltaico es el componente que usa la energía que nos llega a la tierra en manera de radiación solar, el elemento primordial son las células de silicio, siendo el elemento origen del módulo fotovoltaico” (De León, 2008 p. 42).

[...]. Los paneles solares fotovoltaicos se hallan designados a la productividad de energía solar a partir de las células de silicio, en varios continentes de Euros la utilización de los paneles solares fotovoltaicos, un uso se viene realizando de manera extensiva de los paneles con instalaciones de huertos solares dedicados a la producción eléctrica de forma fotovoltaica. (De León, 2008 p. 42).

“La agrupación de paneles solares que puedan percibir el sol es un punto de la instauración a la que se le conoce como generador” (Carillo, Morales, 2009 p. 47).

[..] Es un grupo de placas elaboradas a partir del silicio, que perciben la radiación luminosa proveniente del sol y la industrializan en corriente continua, a baja tensión (12 ó 24 V) establecidas por el fabricante. Para su deseable utilización se busca situarlas (teniendo en cuenta el lugar y amplitud) con la conclusión de alcanzar una considerable productividad. (Carillo, Morales, 2009 p. 47).

“Se determina como la agrupación de varias celdas denominadas fotovoltaicas. De acuerdo al tipo de instalación que se requiere, se agrupan celdas para alcanzar una tensión eficaz y conveniente; cada celda puede llegar a obtener una tensión de medio voltio” (De León, 2008 p. 49).

Donde,

EP: Capacidad de generación de energía de un panel

P<sub>MPP</sub>: Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC

HPS<sub>crit</sub>: Horas de sol pico promedio

PR: Factor global de funcionamiento

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} *$$



En el cual,

$N_p$ : Número de paneles en paralelo

$Q_{Ah}$ : consumo medio de la carga diaria

$C_p$ : Corriente que genera al día el panel

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p}$$

### **1.3.10 REGULADOR DE CARGA.**

“Es aquel que posee la actividad de preservar la función de proteger al acumulador contra las sobrecargas y contra las descargas, exageradas a la batería que le pudieran proporcionar deterioros definitivos garantizando que el sistema trabaje con importante eficiencia” (Carillo, Morales, 2009 p. 48).

[...] Asimismo se usan para cuidar a las cargas en limitaciones exageradas de funcionamiento. Los paneles solares pueden realizar más corriente de la que los acumuladores pueden acumular, sobrecargar los acumuladores incrementa la pérdida del electrolito, reduciendo así la existencia útil de los acumuladores así mismo de que es muy peligroso. (Carillo, Morales, 2009 p. 48).

“Es el componente que regulariza la inyección de corriente desde los módulos fotovoltaicos al acumulador. El regulador impide el paso de energía cuando el acumulador está en su totalidad cargada obviando así los efectos negativos procedentes de una sobrecarga” (Huincho, 2014 p. 46).

[...] En cada instante el regulador examina la condición de carga del acumulador para facultar el paso de energía eléctrica procedente de los módulos fotovoltaicos en el momento que esta inicia a descender. (Huincho, 2014 p. 46).

“Los reguladores de carga son de dos modelos serie o shunt. El uno y otro regulador posee un circuito de sensor y regulariza la corriente en torno al acumulador en el momento que la tensión supera una entrada definida” (Carillo, Morales, 2009 p. 48).

[...]. El regulador en serie interrumpe al acumulador de los paneles solares si la tensión se aumenta por sobre de la entrada. En el momento que el acumulador se descarga el regulador enlaza de nuevo los paneles solares. Dicho regulador es sencillos por consiguiente poseen el inconveniente que no por completo la energía procesada es utilizada. El regulador shunt trabaja separando la potencia en torno a distinta carga, Si la carga es una sencilla resistencia, este regulador clasifica la corriente lo cual es deseable que sobrecargar el acumulador o deteriorar sus partes elementales. No obstante es igualmente aceptable utilizar esta energía sobrante en diferentes empleos. (Carillo, Morales, 2009 p. 48).

“Un regulador, que verifica el umbral y partida de corriente en la batería, su trabajo es eludir sobrecargas o descargas demasiadas a la batería, que podría hacer deterioros definitivo; afirmando al sistema funcione constantemente en el punto de máxima eficiencia” (Vegas, 2009 p. 16).

“El regulador es el agente de verificar las evoluciones de carga y descarga del acumulador. Las importantes labores que ejecuta son” (Pareja, 2010 p. 35).

[...]. Elude sobrecargar el acumulador: una vez que se encuentre cargada el acumulador (EDC=100%) no prosiga cargando. Así eludir generar vapor y acrecentar la existencia del acumulador. Obstaculiza sobre descarga del acumulador en lapsos de luz solar deficiente: una vez que el acumulador este descargado no prosiga suministrando energía a la instauración; amplía la existencia del acumulador. Garantizando la actividad del sistema en el trazo de máxima efectividad. (Pareja, 2010 p. 35).

Donde:

$I_{entrada}$ : Corriente del regulador

$F_{seg}$ : Factor de seguridad para evitar daños al regulador

$I_{MOD,SC}$ : Corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito

$N_{paneles}$ : Número de paneles

$$\text{Regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles}$$

### 1.3.11 ACUMULADOR O BATERÍA.

“Acumula la energía de los módulos fotovoltaicos para los lapsos en que no hay sol, o para las situaciones en que las peculiaridades de la energía emitida por los módulos fotovoltaicos no son convenientes o apropiados para satisfacer la demanda” (Huincho, 2014 p. 47).

[...] La naturaleza de la radiación solar es variante a lo extenso del día y del año, el acumulador es el componente que soluciona este inconveniente dotando una existencia de energía de forma semejante durante todo el año. (Huincho, 2014 p. 47).

“Son los acumuladores de la energía eléctrica proporcionada, accediendo percibir de la electricidad entre horarios de luz o fechas oscuros” (Carillo, Morales, 2009 p. 49)

[...] En este modelo de estudio por lo normal se usan acumuladores estacionarios, las que contiene a modo de peculiaridad de procedimiento muy considerable a la fase; mientras una fase habitual, el acumulador se carga mientras la jornada y se descarga mientras pasa la oscuridad; aplicado a la fase de jornada hay una fase estacional, que se halla unido a tiempos de reducido recurso de radiación. (Carillo, Morales, 2009 p. 49).

“La energía generada por el campo fotovoltaico se determina por su variación, su aleatoriedad. Esto perjudica de forma negativa al recurso de la energía. Para eludir este problema es imprescindible insertar en el sistema de las o baterías eléctricas” (Miranda, 2016 p. 18).

“Las baterías se encargan de almacenar electricidad y gastarla en horarios de escasa radiación solar o de noche, dichos componentes de almacenamiento se hallan los acumuladores” (De Leon, 2008 p. 51).

[...] Los acumuladores están compuestos por dos elementos por lo general (Plomo y ácido). La cuantía de energía que puede acumular un acumulador varía de su capacidad que se mide en A/h. Las baterías están determinadas por una serie de láminas electrodos de plomo. (De Leon, 2008 p. 51).

La Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria ( $C_{nd}$ ) es:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct$$

Donde,

$C_{nd}(Wh)$ : Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

$L_{md}$ : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,d}$ : Descarga máxima diaria

Fct: Factor de corrección de Temperatura (= 1)

Así mismo para calcular la cabida diminuta que requerimos para vuestro sistema de almacenamiento en servicio de la descarga máxima estacional. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde:

$C_{nd}(Ah)$ : Capacidad mínima de la batería en descarga máxima diaria.

$C_{nd}(Wh)$ : Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

$V_{BAT}$ : Tensión de batería

### 1.3.12 CONVERTIDOR

“Transforman la corriente continua en corriente alterna. La transformación de corriente continua en alterna se puede realizar de formas diferentes. El deseable modo depende de cuánto ha de parecerse a la onda sinusoidal conceptual para desarrollar un funcionamiento apropiado” (Huincho, 2014 p. 47).

[..] Dispositivo electrónico que posee el destino de variar la corriente continua (de 12, 24 o 48 V) producida por las láminas solares y que son almacenada en los acumuladores y posteriormente sea cedida, en corriente alterna (127 V y 60 Hz) a los componentes eléctricos que las requieran. (Huincho, 2014 p. 47).

Es transformar la tensión y peculiaridad de la magnitud que percibe transformándola a la apropiada para las funciones que requieren (distribución). Consiste varias categorías de inversores: cc/cc, ca/cc, ac/cc, cc/ac” (Pareja, 2010 p. 46).

[...] Aunque el usado en un diseño fotovoltaico aislado es el del prototipo cc/ac, que transforma la tensión del banco del acumulador a usos de corriente alterna. Los de tipo ca/cc y ca/ca no se usan en diseños solares fotovoltaicos aislados. (Pareja, 2010 p. 46).

“Elemento designado de convertir la energía percibida del panel solar (en modo de corriente continua) y acondicionarlas a las limitaciones solicitadas al requerimiento de cargas, por lo normal en corriente alterna y después suministrarlo a la red” (Dominguez, 2012 p. 66).

[...] Los inversores se caracterizan especialmente por la tensión del umbral, que está obligado adecuarse al panel solar, la potencia máxima que obliga suministrar y El rendimiento. El rendimiento se determina tanto con el nexo

entre la potencia eléctrica que el convertidor adjudica al uso (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del módulo (potencia de entrada). Dominguez, 2012 p. 66).

Donde:

$W_{\text{maxinversor}}$ : Valor de la potencia demandada.

Cs: coeficiente de simultaneidad, 100%

$$W_{\text{mininversor}} = W_{\text{maxinversor}} * Cs$$

$$N^{\circ}_{\text{inversores}} = \frac{W_{\text{inversor}}}{W_{\text{sistema}}}$$

### 1.3.13 CABLEADO

“Los cables usados para intercomunicar celdas debe ser infatigable a la luz solar” (Carillo, Morales, 2009 pág. 49).

[...].Los cables que descienden en dirección a los acumuladores obligados deben estar protegidos para la intemperie y tiene como misión ser sólidos a la erosión e impregnación, para las eventualidades que encuentren ocultos deben encontrarse ubicados a 41cm de profundidad y la caída de voltaje entre las celdas y el resto de los componentes del sistema debe ser menor de 1% del voltaje total (Carillo, Morales, 2009 pág. 49).

## 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo suministrar energía eléctrica al Anexo Piedras Coloradas, Cajamarca, 2016?

## 1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En este presente diseño del estudio implica al empleo de nuevas formas de generación de energía eléctrica renovable y limpia que no contaminen el medio ambiente, proponiendo la utilización de paneles solares fotovoltaicos que se consideran uno de las energías más verde e inagotable, ya que no

contamina, y su proceso de generar energía eléctrica es sencillo la que capta la energía solar para transformarla en electricidad.

### **1.5.1 Justificación Tecnológica**

La ciencia solar se halla desarrollando continuamente. Montajes solares que se hallan incrementando en un inconcebible 50% cada año, la generalidad de los que son limitados sistemas domésticos. Ejecutando de la energía solar más solicitada y por tanto más barata en considerable categoría, considerable categorías y mejoras en la eficiencia.

La energía solar fotovoltaica es una ciencia idónea para su instalación en la parte superior de un techo, lo que beneficia una mayor expansión de la misma y admite que se pueda poner encima las cubiertas de los techos sin ligeramente impacto arquitectónico y aporte valor a un área hasta ahora inútil. Al ser modular y barata accede que la población pueda disponer de una tecnología que le acceda producir su propia energía. Esto beneficia que la electricidad se use en el mismo sitio donde se va a generar, así mismo que se evita la pérdida por traslado y se asegura la independencia energética del exterior.

### **1.5.2 Justificación Económica.**

Las instalaciones de la energía solar fotovoltaica sobre tejados aprovechan una superficie que por lo general no se utiliza, por lo que el costo de oportunidad es casi nulo. Por otro lado, esta instalación en tejado logra que la necesidad del tendido eléctrico sea menor, reduciendo postes y cables que cruzan nuestros campos, parques y ciudades. Se va a economizar dinero a medida que la tecnología va aumentando, mientras que el precio de los combustibles fósiles excede con el paso de los años porque cada vez son más insuficientes. La única inversión es el costo de inicio del diseño, pues no pide de ningún combustible para su funcionamiento, y se puede amortizar a los 5 años de su implantación. Con el pasar de los años, la electricidad solar es más barata que comprar energía de la compañía eléctrica. Hay un precio de arranque, pero posteriormente se emprende a pagar por sí sola. Una vez que el punto de equilibrio sea alcanzado todo lo que resta de vida del equipo es

ganancia. Compare esto con el pago de una factura mensual y no obtener retorno sobre la inversión.

### **1.5.3 Justificación Social.**

La utilización de energía solar en zonas rurales o aisladas, nos permite la realización de empresas pequeñas, lo que favorece el desarrollo económico del Anexo Piedras Coloradas. Todos somos conscientes de que nuestro futuro depende de la calidad educativa y humana de nuestros alumnos. Ellos son los que con su entusiasmo nos empujan hacia un futuro visto con otros ojos, a ellos no se les resisten las nuevas tecnologías ni las tendencias ambientales que a nosotros se nos pueden escapar. Uno de los retos que pretendemos abordar es el de mejorar las condiciones de vida en nuestro entorno, en nuestra comunidad, en fin, en nuestro planeta, concienciándonos de que las generaciones venideras heredaran lo que nosotros queramos dejarles.

### **1.5.4 Justificación Ambiental.**

Proporciona producir electricidad sin impurificar al ambiente y coopera a la interrupción del cambio climático. Ejemplo, si la energía eléctrica que es consumida por 10 viviendas se produjera con energía solar se evitaría las emisiones a la atmósfera del CO<sub>2</sub> semejante a 58.000 km de un auto en un año. Disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por cada 20 Kwh. de electricidad producidos a partir de la energía solar se dejan de emitir unos 10 Kg. de CO<sub>2</sub> al año, en 25 años se evitan 250 Kg. de CO<sub>2</sub>. Reducción de la contaminación atmosférica, del "efecto invernadero" producido por las emisiones de CO<sub>2</sub> y del "cambio climático" provocado por el efecto invernadero. Se trata de una energía mucho más limpia que otras como la energía nuclear, y no digamos ya que las energía basadas en combustibles fósiles.

Al estar hablando de la energía solar podemos afirmar que es una fuente inagotable. Es decir, se trata de una energía renovable que proviene de una fuente inagotable que es el sol, por lo que no hay que preocuparse porque se vaya acabando, al menos no en muchos millones de años.



## **1.6 HIPÓTESIS**

El diseño de un Sistema fotovoltaico nos permitirá conocer si es posible suministrar Energía Eléctrica al Anexo Piedras Coloradas, Cajamarca, 2016.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica al Anexo piedras Coloradas – Cajamarca, 2016.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estimar las condiciones de radiación solar actualmente existentes en el Anexo Piedras Coloradas - Cajamarca.
2. Determinar la Máxima Demanda de Energía Eléctrica que requiere el Anexo Piedras Coloradas - Cajamarca.
3. Calcular y seleccionar los diferentes componentes del sistema fotovoltaico a diseñar.
4. Determinar el monto de inversión para el diseño del proyecto en el Anexo piedras Coloradas Cajamarca.
5. Evaluar económicamente el proyecto a diseñar.

## **II. MARCO METODÓLOGO**

### **2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

(Hernández, Fernández, Baptista , 2010 p. 149), El tipo de diseño es no experimental. En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

El proyecto es de tipo descriptivo este estudio describe la frecuencia y las características más importantes de un problema. Para hacer estos estudios descriptivos hay que tener en cuenta muestra e instrumentos.

## **2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

### **2.2.3 IDENTIFICACION DE VARIBALES**

#### **❖ VARIABLE INDEPENDIENTE**

Sistema fotovoltaico.

#### **❖ VARIABLE DEPENDIENTE**

Suministro de Energía Eléctrica.

### 2.2.4 OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL (Dimensiones)	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>Sistema Fotovoltaico</b>	(De Leon, 2008 p. 39) la producción eléctrica está fundamentada en el cambio físico denominado "efecto fotovoltaico", que consta en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de varios componentes semiconductores denominados células fotovoltaicas.	Radiación Numero de paneles solares del sistema fotovoltaico Numero de baterías del sistema fotovoltaico Numero de inversores de voltaje del sistema fotovoltaico Numero de reguladores de voltaje del sistema fotovoltaico	Wh/m2 Selección de Equipos	razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>Suministro de Energía Eléctrica</b>	(Sanchez, 2004 p. 51) es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético	Potencia eléctrica Potencia eléctrica generada por el sistema fotovoltaico Energía Eléctrica Número de viviendas a instalar	KW Wpico kWh	razón

### Operacionalización y variables

## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN.**

(Arias, 2006 p. 81) dice que la población “es un conjunto finito o infinito de componentes con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”

La población, está constituida por la totalidad de 23 viviendas del Anexo Piedras Coloradas - Cajamarca.

### **2.3.1 MUESTRA.**

(Hernandez, 2003 p. 45) define el concepto de muestra dependerá del enfoque de la investigación, en este sentido), define la muestra desde dos enfoques, el primero es el enfoque cuantitativo, como un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población. En cuanto al enfoque cualitativo, la define como unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos, en el cual se recolectan los datos de los habitantes. Cantidad de habitantes existentes debidamente empadronados.

La muestra es probabilística porque todas las viviendas tienen la misma posibilidad de formar parte de la muestra, la muestra será igual a la población de 23 viviendas.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1 TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN**

Es una técnica que se fundamenta en examinar con atención la situación, hecho o caso, para tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un componente elemental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para alcanzar un considerable número de

datos. Gran parte de la acumulación de saber que establece la ciencia ha sido conseguida a través de la observación:

Describir el objeto, situación, caso, (que se va a observar).

Decidir los objetivos de la observación (para qué se va a observar).

Definir la estructura con que se van a patentar los datos.

Analizar metódica y críticamente.

Patentar los documentos observados.

Examinar y analizar los datos.

Ejecutar conclusiones.

## **ENCUESTA**

La encuesta está determinada a conseguir datos de personas cuyos datos son de interés para el investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se usa una lista de preguntas escritas para conseguir información. En la investigación se realizó una encuesta a los pobladores del mencionado Anexo.

### **2.4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

#### **a. Ficha de Observación**

Las fichas de observación son herramientas de la investigación de campo. Se usan cuando el investigador debe registrar datos que aportan otras fuentes como son personas, grupos sociales o lugares donde se presenta la problemática. Son el complemento del diario de campo, de la entrevista y son el primer acercamiento del investigador a su universo de trabajo. Estos instrumentos son muy importantes, evitan olvidar datos, personas o situaciones, por ello el investigador debe tener siempre a la mano sus fichas para completar el registro anecdótico que realiza cuando su investigación requiere trabajar directamente con ambientes o realidades.

## **b. Hoja de Encuesta**

Se encuestara a todos los pobladores que conforman el Anexo Piedras Coloradas Distrito de la Encañada Provincia de Cajamarca, con el objetivo de contabilizar la cantidad de viviendas exactas y así poder tener como resultado para nuestro diseño de suministro de energía eléctrica. (Ver anexo N° 3)

### **2.4.3 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

(Hernandez, 2003 p. 243), indican que la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados.

(Sanchez, 2004 p. 19), sugiere que el nivel en que la prueba mide una variable o conjunto de conductas definidas por el investigador se le denomina validez de constructo y al grado de concomitancia (correlación) entre pruebas que apuntan a variables o constructos similares los denomina validez concurrente o validez criterial.

Para darle la validez y confiabilidad al proyecto se realizara encuestas en el Anexo Piedras Coloradas Distrito de la Encañada Provincia de Cajamarca, la hoja de encuesta de datos llenadas por las personas representantes (autoridades) del mencionado Anexo y así poder realizar el diseño de suministro de energía eléctrica mediante energía fotovoltaica.

También se realizara la consulta y firma de las hojas de encuesta y fichas de observación a personas especialistas y conocedoras del tema, a través de este suceso alcanzamos lograr la validez, confianza y la seguridad que nuestros datos elaborados cuenten con la aprobación para poder realizarlo dicho proyecto de investigación.

## 2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El método estadístico a utilizar son cuadros y gráficos comparativos hechos en Excel, teniendo en cuenta los resultados de las encuestas, para el diseño de diseño del suministro de energía eléctrica mediante energía fotovoltaica al Anexo Piedras Coloradas Distrito de la Encañada provincia de Cajamarca, 2016.

### **Analítico:**

Este método abarca la distinción, esto es la división de un todo en sus partes o en sus componentes constituyentes. Se apoya en que para saber una situación es indispensable dispersar en sus partes.

### **Sintético:**

Se parte del estudio de los diferentes componentes de la existencia y del vínculo que los unen para tratar de obtener el entendimiento general y total de dicha existencia. Con este método partiremos de los diversos elementos de la realidad en el Anexo Piedras Coloradas. El no contar con energía eléctrica esto genera un problema social para realizar su vida cotidiana de la población de dicho Anexo.

**Deductivo:** Gracias a la indagación recopilada de la disposición en la que se encuentra en el Anexo Piedras Coloradas y conociendo el problema que no cuentan con energía eléctrica, se buscaran sistemas adecuados que permitan generar energía eléctrica para dicha población.

## 2.6 ASPECTOS ÉTICOS

En el actual proyecto de investigación se estimaron aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual, el respeto a la información confidencial de los autores.

Además al emplear el mecanismo de recopilación de referencia se está evitando herir la susceptibilidad de las personas que intervinieron en la investigación; respetando su privacidad y protegiendo su identidad, proporcionándonos resultados honestos y confiables.

En este proyecto se respeta la autoría de la información de párrafos y textos porque se está dejando las referencias citando a cada autor.



### III. RESULTADOS

#### 3.1 Estimar las condiciones de radiación solar actualmente existentes en el Anexo piedras Coloradas – Cajamarca.

Según Atlas, la irradiación en Cajamarca cuenta con una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 4.25 kWh/m<sup>2</sup> y 6.0 kWh/m<sup>2</sup> (Ver anexo 04).

Para Cajabamba se tiene 6.7 kWh/m<sup>2</sup> como promedio con una desviación estándar de 2.9 kWh/m<sup>2</sup>, para la zona de Bambamarca tenemos un promedio climático de 5.3 kWh/m<sup>2</sup> con una desviación estándar de 3.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Por tal, en el presente estudio se ha preferido dimensionar con el mes de febrero o marzo por ser el más bajo de todos los meses; es decir: 4,250 Wh/m<sup>2</sup>/día.

Características eléctricas para las condiciones estándares de medición (CEM), consideradas de “Laboratorio”: 1Kwh/m<sup>2</sup> o equivalente a 1000 Wh/m<sup>2</sup> de irradiancia solar a 25°C de temperatura de celda. (Celda calentada por los rayos del sol, que significa una temperatura ambiente de casi 25°C. (Ver anexo 05).

#### 3.2 Determinar la Maxima Demanda de energía Electrica que requiere el Anexo Piedras Coloradas – Cajamarca.

##### Estimación de carga por vivienda

Carga (Watt)	Horas de funcionamiento al día	Total de energía necesaria (Wh)	Total de energía (Wh) x Margen seguridad 25%
500	3	1500	1875

La carga obtenemos de la tabla de CNE la cual nos da que por vivienda es de 25 W/m<sup>2</sup> y el área aproximada de la vivienda es de 20 m<sup>2</sup>. En la cual obtenemos 500W de carga. Multiplicando por las horas de funcionamiento al día nos da un total de 1500Wh. Y dando un margen de seguridad de 25% nos da nuestra máxima demanda de 1875Wh. (Ver Anexo 06).

En el siguiente cuadro se presente en resumen los niveles de consumo de un domicilio.

#### Resumen de cargas y consumos de domicilio

Ítem	Nivel de energía
<b>Energía total necesaria sin incorporar pérdidas en Wh</b>	1,500 Wh/día
<b>Energía total necesaria incorporando pérdidas en Wh</b>	1,875 Wh/día
<b>Consumo medio de energía mes en Kwh</b>	56.250 KWh/mes
<b>Consumo total anual Wh</b>	684,375 Wh/anual
<b>Consumo total anual en Kwh</b>	684.375 KWh/anual
<b>Carga total en Ah/día</b>	78.13 Ah/día

Fuente: Código Nacional de Electrificación Tomo V

### 3.3 Calcular y seleccionar las diferentes componentes del sistema fotovoltaico a diseñar.

#### VIVIENDA (ver anexo 07)

#### CÁLCULO DE NUMERO DE MÓDULOS NECESARIOS

Conociendo los niveles de consumo, así como los niveles de radiación solar, se procede a calcular del número total de módulos necesarios.

En primer lugar, se calcula la energía que demanda el diseño cada día, es decir la energía que genera cada módulo fotovoltaico:

Por tanto, los resultados de energía por panel son:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR$$

$$150 * 4.25 * 0.90 = 573.75 \text{ W}$$

Y también calculamos la corriente de que genera al día el panel solar que es 33.36 Ah/día

Calculamos el número de paneles en paralelo necesarios es  $2.34 \approx 3$

### **DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERIAS**

La Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (Cnd) es:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct \quad \frac{1,875}{0.25} \Rightarrow 7,500 \text{ Wh}$$

Estos resultados nos indica que: para generar una energía diaria de 1,875 Wh, con nuestros acumuladores, pero admitiendo únicamente un 25% de descarga máxima diaria y considerando un coeficiente de corrección de Temperatura (FCT = 1), se requiere una capacidad nominal del acumulador en descarga máxima diaria de 7,500 Wh.

Así mismo para calcular la cabida diminuta que requerimos para vuestro sistema de almacenamiento en función de la descarga máxima estacional. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

$$\frac{8,035.71}{24} = 334.82 \text{ Ah}$$

El resultado nos indica que la cabida diminuta que requerimos para vuestro sistema de almacenamiento en función de la descarga máxima estacional, es de 334.82 Ah.

Por lo tanto, los resultados de estos cálculos nos indican que debemos elegir el mayor resultado, es decir la capacidad nominal de los acumuladores será, como mínimo:

$$C100 = 334.82 \text{ Ah}$$

En este caso, como se indica en las especificaciones técnicas de las baterías, el presente estudio propone el uso de las baterías Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, en la cual la batería dará una capacidad de 360 Ah, el cual cubre los 334.82 Ah calculados.

### **DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR**

El resultado de este cálculo se determina seguidamente:

$$\text{Regulador} = F_{\text{seg}} * I_{\text{MOD}} * SC * N_{\text{paneles}}$$

$$1.15 * 8.85 * 3 = 30.5 \text{ A}$$

Por lo tanto, se concluye que, el regulador seleccionado es de 50 A en la cual se requiere uno con 50 A y 24 V.

### **DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR**

$$W_{\text{mininversor}} = W_{\text{maxinversor}} * C_s = 500 \text{ W}$$

$$N^{\circ}_{\text{inversores}} = \frac{W_{\text{inversor}}}{W_{\text{sistema}}} = 0.71 \approx 1$$

El inversor escogido es 1, con los parámetros indicados.

### **DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO.**

El dimensionamiento del cableado se ejecutará bajo la influencia de la Norma Técnica Peruana (NTP) y Código Nacional de Electricidad (CNE).

El procedimiento empleado está basada en la norma IEC 60364-5-52 “Instalaciones eléctricas en edificios” Parte 5-52, “Selección y utilización de material eléctrico – canalizaciones”.

El cable a utilizar es de AWG # 10 y # 14. De la marca PROCABLES, modelo THHN/THWN-2CT

### Resultados de cálculo de cableado

Descripción	I	Sección	L	$\Delta U\%$
Panel fotovoltaico - regulador	23.55 A	3.50 mm <sup>2</sup>	3	2.70
Regulador – batería	23.55 A	3.50 mm <sup>2</sup>	1	0.90
Batería – inversor	23.15 A	3.44mm <sup>2</sup>	1	0.90
Inversor – carga	23.15 A	1.38 mm <sup>2</sup>	2	4.49

### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Como se muestra en esta tabla, los cálculos para nuestro sistema de protección, en la cual se utilizaría fusibles modelo QR113-50T600, de 50 A.

### Los elementos a utilizar presentan en esta tabla

Descripción	I	cantidad	Fusible	Interruptor	Interruptor magnetico	Interruptor diferencial
Panel fotovoltaico - regulador	23.55 A	3	50 A	50 A		
Regulador – batería	23.55 A	1	50 A	50 A		
Batería – inversor	23.15 A	1	50 A	50 A		
Inversor – carga	23.15 A	1			50 A	50 A

### 3.4 Determinar el monto total de inversión para el diseño del proyecto en el Anexo Piedras Coloradas Cajamarca.

#### Costos unitarios de sistema domiciliario

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL
<b>SISTEMA DE ENERGÍA</b>			
PANEL SOLAR 150W	3	580	1,740
Batería de ciclo profundo	1	936	936
Controlador/regulador de carga de 50 A	1	156	156
Inversor AISLADA PHOENIX 12/1200	1	1412	1,412
Estructura de soporte de acero galvanizado y/o aluminio para modulo tipo poste	1	100	100
<b>CONEXIONES INTERNAS</b>			
Interruptor simple TICINO con tornillos	4	5	20
Tomacorriente doble con tornillos	2	9	18
Cables y accesorios de conexión	1	220	220
<b>VALOR DE VENTA POR SISTEMA PARA VIVIENDAS (S/.) Incluye IGV</b>			<b>S/. 4,602</b>

Fuente: propia

#### Costos de instalación transporte y flete

Instalación y puesta en marcha	Precio Unitario de Instalación (S/.)	Precio Unitario De Transporte y Fletes (S/.)	Precio Unitario por sistema Instalado (S/.)
<b>SISTEMA DE ENERGÍA DOMICILIARIO</b>	350	150	500

#### Resumen de costos de inversión total por domicilio

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
Sistema de Energía Domiciliario	1	4,602	4,602.00
Instalación y puesta en marcha	1	500	500.00
<b>Costo total de inversión (Inc. IGV)</b>			<b>5,102.00</b>

### Resumen de costos de inversión total todos los domicilios

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
Sistema de Energía Domiciliario	23	4,602	105,846.00
Instalación y puesta en marcha	23	500	11,500.00
Costo total de inversión (Inc. IGV)			117,346.00

### 3.5 Evaluar económicamente el proyecto a diseñar.

Considerando una tasa de descuento del 10%. Se calculó el VAN y el TIR para lo cual los resultados se resumen en el siguiente cuadro (ver anexo 09).

#### RESUMEN FLUJO

RUBRO	ALTERNATIVA 01
A.- VAN	S/. 489.14
B.- TIR	13.65%
C.- TASA DE DESCUENTO	10%

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

AÑOS	0	1	2	3	4	5
	Crédito financiero para Inversión	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario
<b>INGRESOS</b>						
Ingresos	5102.00	2071.41	2071.41	2071.41	2071.41	2071.41
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total Ingresos</b>	<b>5102.00</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>
<b>EGRESOS</b>						
Monitoreo de equipo		80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Gastos administrativos		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Otros (cambio Inversor)		0.00	1412.00	0.00	0.00	0.00
Otros (cambio baterías)		0.00	0.00	0.00	936.00	0.00
<b>Total Egresos</b>	<b>0.00</b>	<b>120.00</b>	<b>1532.00</b>	<b>120.00</b>	<b>1056.00</b>	<b>120.00</b>
<b>INGRESO NETO</b>	<b>-5102.00</b>	<b>1951.41</b>	<b>539.41</b>	<b>1951.41</b>	<b>1015.41</b>	<b>1951.41</b>
<b>VAN S/</b>	<b>489.14</b>					
<b>TIR</b>	<b>13.65%</b>					
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>10%</b>					

Los indicadores de evaluación muestran que el proyecto si es rentable obteniendo los indicadores VAN: positivo y TIR mayor que la tasa de descuento.



#### **IV.- DISCUSIÓN**

La energía eléctrica es utilizada intensamente en economías en vías de crecimiento al ser apreciada una energía barata, y establece una causa de costo directo o indirecto dentro del costo total de producción” (Salas, 2013 p. 19), así mismo se está de acuerdo cuando se dice que su acceso incide a la realización de modernas industrias de diminutos fondos básicos, como Mypes y Pymes, lo que se interpreta en un considerable crecimiento de artículos y funciones para satisfacer el requerimiento de los habitantes. La energía eléctrica es empleada entonces muy intensa por completo en los sectores de producción, por esto, ha de estar utilizable en abundancia, cualidad y valor apropiado al consumidor final. Las circunstancias que se localizan incorporados en la consideración de la cualidad de existencia estiman la comodidad general de los habitantes y colectividad desde lo interior del ser humano y determinados principios económicos definidos.

Esta utilización de la energía solar afirma la disposición a la energía eléctrica accediendo a la utilización de equipos de iluminación, artefactos electrodomésticos y/o pequeños motores, de acuerdo a la necesidad. Pero la apropiada implementación del sistema fotovoltaico, requiere un apropiado conocimiento del funcionamiento de los distintos componentes que conforman el sistema.

Así mismo, este documento nos da a conocer los conocimientos básicos para la instalación de un sistema fotovoltaico domiciliario.

Es por la cual que no se rechaza la función con los distintos proyectos Tanto en el mundo como en nuestro país, posee una de las energías que ha alcanzado un importante crecimiento, es la energía solar. En el Perú se cuenta con las características climatológicas idóneas para generar energía eléctrica a través del recurso solar, es por ello que se ha puesto considerable intensidad en el crecimiento de modernos proyectos que usen esta tecnología.

Para Auccacusi (2014 p. 1) En su tesis “Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo” dice una de la decisión particular que está obstinada en desarrollar la cualidad de vida de los habitantes de la zona rural presentando un resultado al problema de carencia de agua para riego en una zona

específica del Perú, estudiando su geografía, clima, fuentes hídricas y racionalidad de los habitantes, es así que se está de acuerdo con lo explicado necesario a que queda comprobado que solucionando el problema de agua para riego en las diferentes lugares rurales esta solo tiene un fin el de desarrollar la calidad de vida de los habitantes destinada a esta ocupación de la agricultura.

Cerdán (2011 p. 10), en su trabajo de investigación. La conclusión patentada a este problema concierne en el diseño de un sistema de bombeo que funcione a través energía solar con el cual se pueda transportar de la corriente a la posesión una capacidad de agua capaz para satisfacer las necesidades de los habitantes dedicados a la agricultura así como las necesidades de riego de las superficies a trabajar la que se coincide con el fin y el objetivo que se tiene

Para Arija (2010 p. 28) En su proyecto de fin de carrera, Prototipo de Sistema de Bombeo Fotovoltaico para Proyectos de Cooperación al Desarrollo con Tecnologías Apropriadas nos dice: Que para poder simular en nuestro laboratorio un sistema de bombeo FV hemos propuesto una serie de hipótesis en un inicio como base al cálculo de la instalación. El propósito es poder acercarnos a unas condiciones concretas determinadas para el posterior análisis de los resultados.

## V.- CONCLUSIONES

Dentro del trabajo de investigación se concluyó que en el mes de febrero o marzo la radiación solar es la más bajo de todos los meses teniendo como resultado 4,250 Wh/m<sup>2</sup>/día es por la cual el presente trabajo de investigación tomo este resultado como base para el dimensionamiento del presente sistema para lo cual las características eléctricas para las condiciones estándares de medición (CEM), consideradas de “Laboratorio”: 1Kwh/m<sup>2</sup> o equivalente a 1000 Wh/m<sup>2</sup> de irradiancia solar a 25°C de temperatura de celda.

Según los cálculos realizados y basados en el código nacional eléctrico se concluyó que la máxima demanda obtenida asciende a 1500 Wh otorgando un margen de reserva del 25% correspondiente a 375 Wh haciendo un total de 1875 Wh por vivienda.

Según los cálculos realizados para la magnitud y selección de los componentes del sistema fotovoltaico se determinó que se utilizarán 3 paneles referido a un modelo EX150M(156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC con una batería Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, un regulador de 50 A y un Inversor Phoenix de 500 W.

Para la implementación del sistema fotovoltaico dimensionado y siguiendo las especificaciones técnicas establecidas dentro de la selección del equipamiento se llega a determinar un valor por modulo fotovoltaico que asciende a la suma de S/. 5, 102.00 Soles para lo cual se cuenta con una población de 23 abonados haciendo un total de S/. 117,346.00 Soles como monto de inversión total.

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el VAN y TIR proyectado a cinco años plazo que se otorga al beneficiario mediante un crédito financiero, que mostrará las Inversiones posteriores a la inicial con sus respectivos gastos de operación y mantenimiento obteniendo un VAN = S/. 489.14 y un TIR = 13.65%, por lo que se manifiesta que el presente diseño es Rentable y Viable.

## VI.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la Implementación del siguiente proyecto teniendo en cuenta la radiación obtenida en el mes la cual es  $4,250 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$  ya que con esta se garantiza un óptimo funcionamiento del sistema completo evitando problemas de funcionamiento como también se recomienda desarrollar el proyecto planteado ya que se demuestra que existen otras alternativas no convencionales para la obtención de energía eléctrica propicias para su uso ya que son inagotables como también de esta forma podemos cuidar el ambiente no contaminándolo como lo estamos haciendo.
2. Se recomienda tener en cuenta para su implementación del presente los cálculos obtenidos con respecto a la máxima demanda las cuales son  $1500 \text{ Wh}$  otorgando un margen de reserva del 25% correspondiente a  $375 \text{ Wh}$  haciendo un total de  $1875 \text{ Wh}$  por vivienda teniendo en cuenta que se esta otorgando una reserva de energia por vivienda garantizando el correcto funcionamiento del sistema evitando asi sobrecargas en el sistema por cargas no consideradas en su diseño.
3. Se recomienda el uso de 3 paneles referido a un modelo EX150M(156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC con una batería Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad  $7\text{Ah}-360\text{Ah}$  C100, 24V, un regulador de 50 A y un Inversor Phoenix de 500 W, siendo este la selección de equipos realizada para este proyecto según las especificaciones técnicas que rigen dichos elementos con respecto a los valores que se obtuvieron como resultado.
4. Se recomienda otorgar la viabilidad técnica preciso a que el proyecto proporcionará estudiar las necesidades de demanda de potencia y energía de los habitantes de los lugares involucrados ya que se garantiza un VAN = S/. 489.14 y un TIR = 13.65%, manifestando que el presente diseño es Rentable y Viable.

## VII.- BIBLIOGRAFÍA

### REFERENCIAS

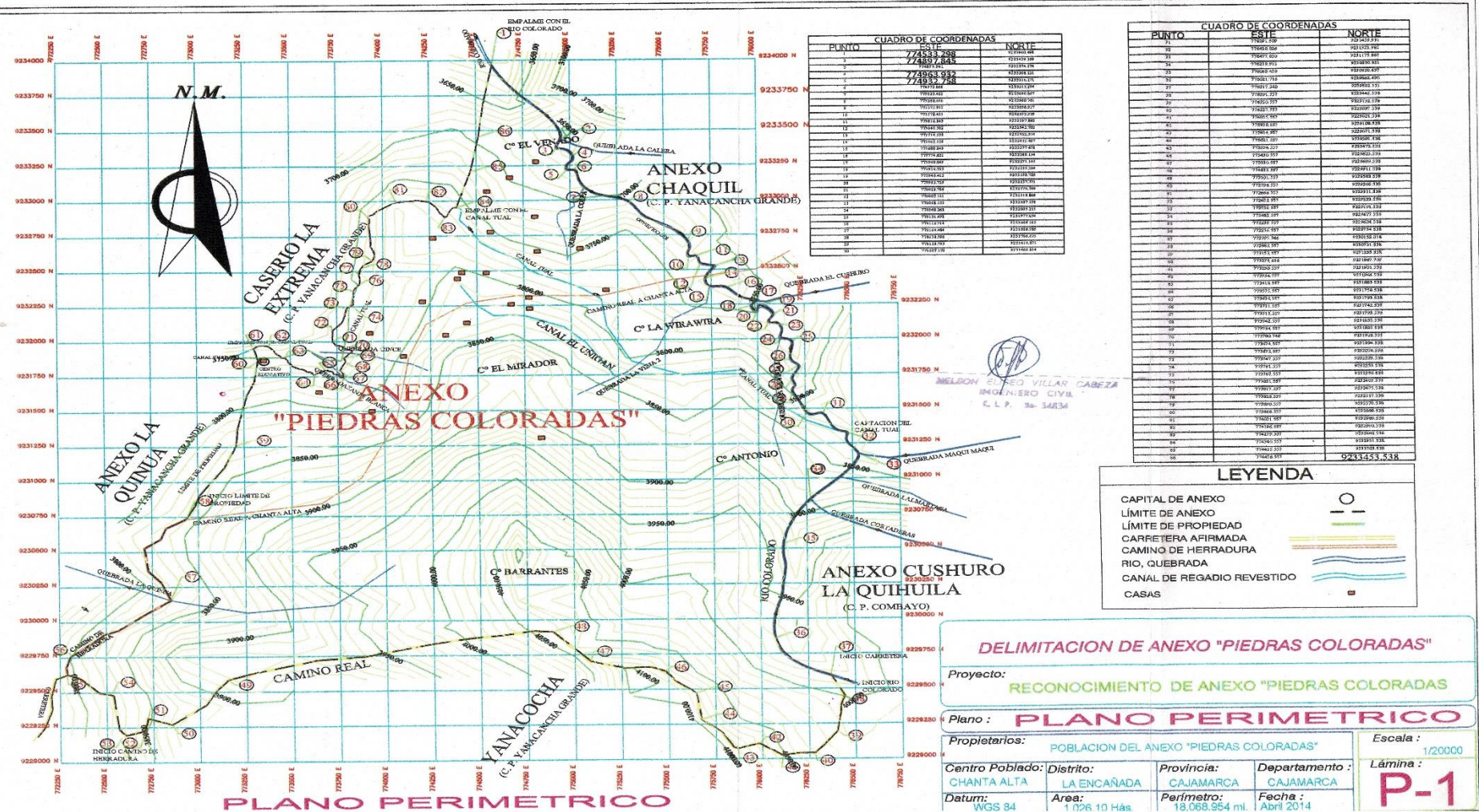
1. **Carrillo José, Morales Jesus.** Estudio para la electrificación con energías alternativas, utilizando celdas fotovoltaicas para electrificar el poblado de Cañada Colorada, municipio de Apaxco estado de México. Mexico: 2009. 156. pp.
2. **Cornejo Héctor.** Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura. Piura: 2013. 114. Pp.
3. **De Leon Víctor.** Generación eléctrica fotovoltaica en la facultad de ingeniería usac y estudio del aprovechamiento. Guatemala: 2008. 123. pp.
4. **Dominguez Héctor.** Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Cobaev 35 Xalapa . Mexico: 2012. 172. pp.
5. **Calvo Farley.** Analisis de viabilidad para la implementación de sistemas de generación electrica usando energia solar para uso residencial. Medellin: 2009. 80. pp.
6. **Feijoo Jorge.** Proyecto de implementación de paneles solares en haciendas alejadas de la fuente de energía convencional caso: hacienda El Vado. Gusysquil: 2009. 95. pp.
7. **Huincho Adán.** Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el distrito de Huamancaca Chico, región Junín. Huancayo : 2014. 109. pp.
8. **Prado Carlos.** Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada. Costa Rica : 2008. 90. pp.
9. **Pazmiño John, Quinaluisa Juan.** Proyecto de inversión para el suministro de electricidad en la comunidad Facundo Vela – Provincia de Bolívar, mediante soluciones individuales de equipos fotovoltaicos. Guayaquil: 2007. 162. pp.
10. **Piriz Imanol.** Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Lima : 2013. 80. pp.
11. **Valdivia Claudio.** Factibilidad técnico-económica de la instalación de energía solar fotovoltaica en la comuna de Pucón. Chile: 2012. 92. pp.

12. **Salas Daniel.** Diagnóstico, análisis y propuesta de mejora al proceso de gestión de interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico de baja tensión. Caso: Empresa distribuidora de electricidad en Lima. Lima: 2013. 120. pp.
13. **Rafael Muñoz.** Análisis del suministro eléctrico, mejoras de los índices y niveles de calidad en la distribución de energía eléctrica. México: 2008. 860. pp.
14. **Santiago Rosalba.** Diseño idealizado de un programa para la estimación de la confiabilidad de la distribución de energía eléctrica en México. México: 2008. 190. pp.
15. **Delgado José.** Experiencias en electrificación rural fotovoltaica en Cajamarca. Cajamarca : 2006. 20. pp.
16. **DGER.** Plan nacional de electrificación rural periodo 2013 – 2022. Lima : 2012. 289. pp.
17. **Bárcena Adán, Bárcena Sotero.** Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica dentro de un proyecto de vivienda sustentable. Mexico: 2014. 210. pp.
18. **Vegas Alberto.** Diseño de una instalación fotovoltaica de 200 kW en un edificio. Madrid: 2009. 110. pp.
19. **Miranda Karla.** Implementación de energía solar en la vivienda guatemalteca. Guatemala de La asunción: 2016. 92. pp.
20. **Pareja Miguel.** Energía Solar Fotovoltaica. España: 2010. 200. pp.

# **ANEXOS**

# ANEXO N° 1

## UBICACIÓN





## ANEXO 02

### FORMATO DE GASTO MENSUAL EN FUENTES ALTERNATIVAS "SIN PROYECTO"

#### FORMATO DE GASTO MENSUAL EN FUENTES ALTERNATIVAS "SIN PROYECTO"

LOCALIDAD: Nuevo Píedras Coloradas

1. UBICACIÓN  
 1.1. Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Distrito: 2a Encarnado  
 1.2. Región: Cajamarca 1.3. Este (utm): 0774080 1.4. Norte (utm): 9232296  
 1.5. Altitud: 3821 m.s.n.m. 1.6. Área local: .....km2 1.7. Temperatura Promedio: .....

Necesidad	Fuente actual de energía	Unidades consumidas mensuales	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Gasto mensual (S/.)
Iluminación	Kerosene	L.			
	Velas	Un.	4 (paquetes)	2.50	10
	Pilas	Un.			
Información, esparcimiento (radio y TV)	Baterías	Carga			
	Pilas	Un.	2 (par)	3.00	6
Refrigeración	Kerosene	L.			
Otros	Diesel	Gal			
		Un.			

POR EL CONSULTOR:

POR LA LOCALIDAD:

(Firma del Responsable de la Encuesta)  
 Nombre: Elmer Pérez Henao  
 Cargo: Encuestador

(Vº Bº Autoridades locales)  
 Nombre: .....  
 Cargo: .....



Anibal Cueva Castrejón  
 PRESIDENTE DE RONDA  
 DNI: 41811734

(Vº Bº Jefe de Estudio)  
 Nombre: .....  
 Cargo: .....

(Vº Bº Autoridades locales)  
 Nombre: .....  
 Cargo: .....



Reyger Flores Julcamora  
 DNI: N° 41537480  
 TENIENTE GOBERNADOR

## ANEXO 03

### HOJA DE ENCUESTA

FORMATO DE ENCUESTA			
LOCALIDAD: <u>Ayacucho, Pedro Colorado</u>			
<b>1. UBICACIÓN</b>			
1.1. Departamento: <u>Cajamarca</u>	Provincia: <u>Cajamarca</u>	Distrito: <u>La Encarnada</u>	
1.2. Región: <u>Cajamarca</u>	1.3. Latitud(utm): <u>1231746</u>	1.4. Longitud(utm):	
1.5. Altitud: <u>3821</u> m.s.n.m.	1.6. Área local: km2	1.7. Temperatura Promedio:	
<b>2. POBLACION</b>			
2.1. Número Total de Viviendas de la localidad		23	
2.2. Número Total de Habitantes		60	
2.3. Número Total de Habitantes mayores de 15 años		30	
<b>3. COMUNICACIONES</b>			
3.1. ¿Qué medio utiliza para comunicarse con la capital de su distrito?			
Camino de Herradura	<input type="checkbox"/>	Río	<input type="checkbox"/>
Carretera	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/> (Especifique .....
3.2. ¿Qué distancia y qué tiempo hay entre su localidad con:			
La capital del distrito	: km	<u>100</u>	horas <u>4</u>
La capital de la provincia	: km	<u>60</u>	horas <u>2</u>
3.5. Su localidad cuenta con servicios de:			
Tenencia Gobernación		<input checked="" type="checkbox"/>	
Club de Madres	<input type="checkbox"/>	Internado	<input type="checkbox"/>
Local Comunal	<input type="checkbox"/>	P.N.P.	<input type="checkbox"/>
		Televisión	<input type="checkbox"/>
		Radio	<input type="checkbox"/>
		(otros)	<input type="checkbox"/>
<b>4. SERVICIOS BÁSICOS</b>			
4.1. N° de Viviendas con piso de tierra		<u>23</u>	
4.2. N° de Viviendas sin agua ni desagüe		<u>23</u>	
4.3. Agua Potable	:	Domiciliaria	<input type="checkbox"/>
		Piletas	<input type="checkbox"/>
4.4. Instalaciones Sanitarias	:	Desagüe	<input type="checkbox"/>
		Letrinas	<input type="checkbox"/>
<b>5. ENERGIA</b>			
5.1. ¿Tiene energía eléctrica? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		5.2. N° de Viviendas sin servicio eléctrico	
Si la tiene, indique de qué tipo:		<u>23</u>	
Central Hidráulica		<input type="checkbox"/>	
Sistema Interconectado		<input type="checkbox"/>	
Grupo Térmico		<input type="checkbox"/>	
Panel Solar		<input type="checkbox"/>	
5.3. Horas al día con energía eléctrica?		5.4. N° de viviendas sin electrodomésticos	
<u>      </u> Horas		<u>23</u>	
5.5. Consumo promedio de energía		5.6. Pago promedio S/./mes-familia	
<u>      </u> kw-h/mes-familia		<u>      </u>	
5.7. Gasto equivalente de energía en velas, mecheros, combustible, carbón, etc, por familia S/..... <u>30</u>			
<b>SALUD</b>			
6.1. ¿Existe Puesto o Centro de Salud en su localidad? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			
6.2. Si su respuesta es NO, indique el Puesto de Salud más cercano a su localidad:			
Localidad donde se ubica el Puesto:		Distancia:	
<u>C.P. Yonacocha</u>		<u>20</u> km <u>2</u> horas	

7. **EDUCACION** : Indique si su localidad cuenta con:

Centro de Educación Inicial	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº Alumnos	<input type="text"/>
Centro de Educación Primaria	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº Alumnos	<input type="text"/>
Centro de Educación Secundaria	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº Alumnos	<input type="text"/>
Instituto Tecnológico	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº Alumnos	<input type="text"/>
Otros centros <input type="checkbox"/> Especifique tipo y número de alumnos.....						

8. **ACTIVIDADES ECONOMICAS**

8.1. Agricultura ☒ Productos principales de cultivo papa, dulce, oca, trigo

Tierra de cultivo permanente por familia  Hectáreas

Tierra de pastoreo por familia  Hectáreas

Existe terrenos de Reserva Natural SI ☒ NO ☐

Número de familias dedicadas a la agricultura: 10

Ingreso promedio mensual por familia : S/. 200

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/..... 15

La producción se destina a : Consumo Propio ☒ Venta ☐ Trueque ☐

8.2. Ganadería ☐ Reses/familia  Ovejas-Cabras/familia  Auquenidos/familia

Número de familias dedicadas a la ganadería: 13

Ingreso promedio mensual por familia : S/. 250

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/..... 20

La producción se destina a : Consumo Propio ☐ Venta ☒ Trueque ☐

8.3. Comercio ☐ Principales productos que se comercializan .....

Número de familias dedicadas al comercio: .....

Ingreso promedio mensual por familia : S/. .....

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio ☐ Venta ☐ Trueque ☐

8.4. Otra Actividad ☐ Especifique.....

Número de familias dedicadas a la actividad: .....

Ingreso promedio mensual por familia : S/. .....

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio ☐ Venta ☐ Trueque ☐

## 9. OTROS DATOS DE IMPORTANCIA

Del material principal de la fachada en los lotes:

- Ladrillo y cemento	<input type="checkbox"/>	SI	Nº de viviendas:.....	<input type="checkbox"/>
- Adobe	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	Nº de viviendas:..23....	<input checked="" type="checkbox"/>
- Quincha	SI	<input type="checkbox"/>	Nº de viviendas:.....	NO
- Piedra y barro	<input type="checkbox"/>	SI	Nº de viviendas:.....	<input type="checkbox"/>
- Madera	SI	<input type="checkbox"/>	Nº de viviendas:.....	NO
- Otros	<input type="checkbox"/>	SI	Especifique .....	Nº de viviendas:.....

Nivel de polución ambiental típico según Norma IEC 815 :

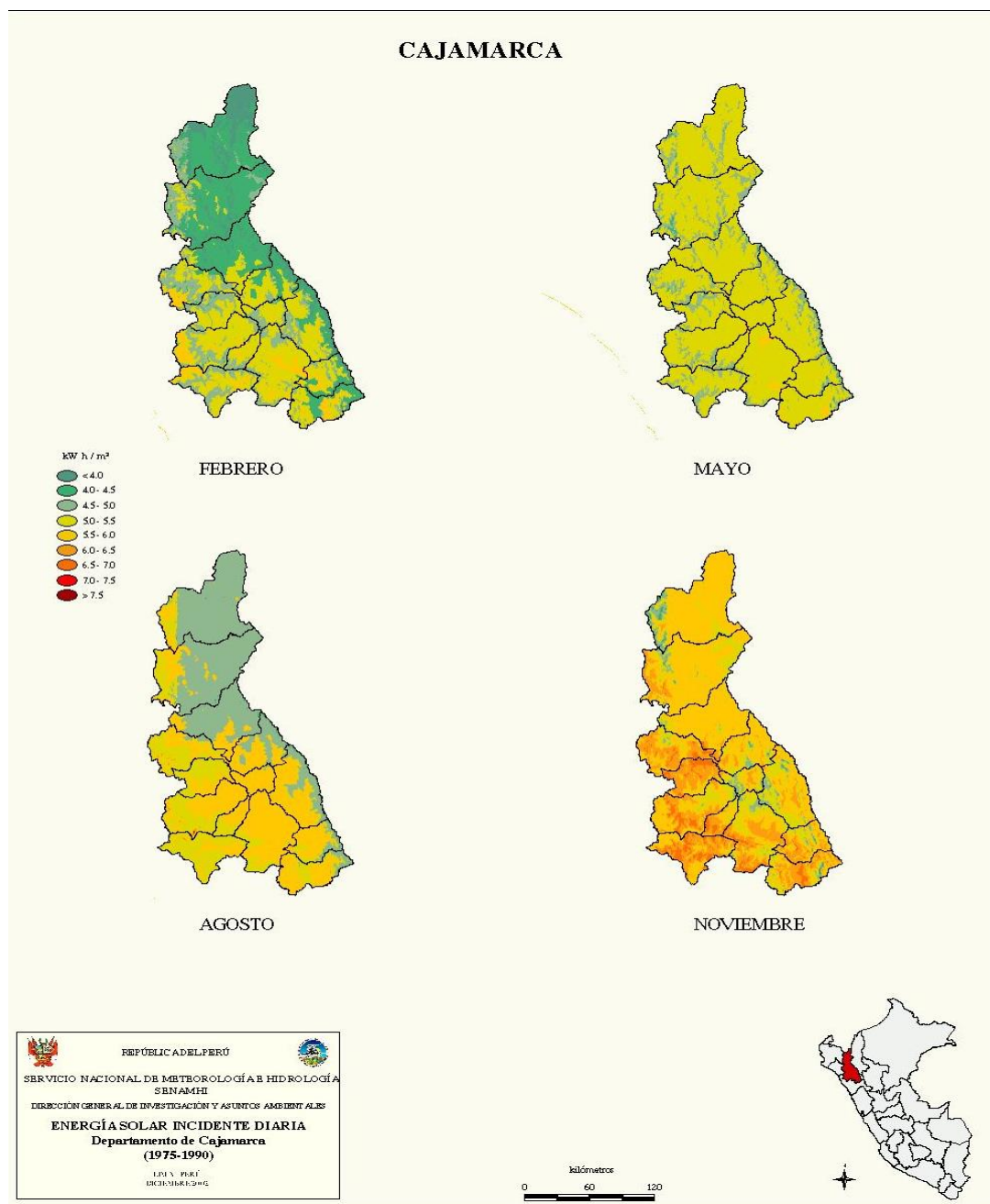
Muy Bajo ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Pesado ☐ Muy pesado ☐

**NOTA : Anexar a esta ficha estadística, fotos con vistas panorámicas de la localidad.**

## ANEXO 04

### ESTIMACION DE LAS CONDICIONES DE RADIACION SOLAR ACTUALMENTE EXISTE EN EL ANEXO PIEDRAS COLORADAS - CAJAMARCA

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI y la Dirección General de Investigación y asuntos Ambientales nos dice que el departamento de Cajamarca cuenta con una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 4.25 kWh/m<sup>2</sup> y 6.0 kWh/m<sup>2</sup>.



**Tabla 1.** Ubicación geográfica, récord histórico y tipo de instrumento de medición de irradiación solar en las estaciones base.

Estación meteorológica	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Altitud (msnm)	Récord histórico	Instrumento de medición
Miraflores	5,17	80,62	30	1 979-1 992	Piranómetro
San Ramón SM	5,56	76,05	184	1 972-1 982	Actinógrafo
El Porvenir	6,35	76,19	230	1 964-1 971	Actinógrafo
Bambamarca	6,40	78,31	2 536	1 967-1 977	Actinógrafo
Bellavista	7,03	76,33	247	1 971-1 973	Actinógrafo
Weberbauer	7,17	78,50	2 536	1 980-1 985	Piranómetro
Huayao	12,03	75,32	3 308	1 977-1 996	Piranómetro
A. Von Humboldt	12,08	76,95	238	1 968-1 999	Piranómetro
Cosmos	12,15	75,57	4 575	1 986-1 988	Piranómetro
Granja Kcayra	13,55	71,87	3 219	1 980-1 988	Piranómetro
San Camilo	14,07	75,72	398	1 978-1 988	Piranómetro
Chuquibambilla	14,78	70,73	3 971	1 980-1 984	Piranómetro
Puno	15,83	70,02	3 820	1 977-1 993	Piranómetro
Characato-La Pampilla	16,45	71,48	2 451	1 978-1 987	Piranómetro
La Joya	16,58	71,92	1 295	1 967-1 993	Actinógrafo

**Tabla 2.** Valores de las principales variables climáticas de las estaciones base

Estación meteorológica	Energía solar diaria (kWh/m <sup>2</sup> )	Heliofanía relativa (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitación total (mm/año)
<b>COSTA</b>					
Miraflores	5,75	56	30,7	19,3	216
A. Von Humboldt	4,06	40	23,3	15,5	16
San Camilo	5,92	61	28,7	13,4	11
La Joya	7,03	75	27,0	10,1	77
<b>SIERRA</b>					
Bambamarca	4,56	44	19,4	9,5	737
Weberbauer	4,92	49	21,3	7,6	644
Cosmos	4,92	46	9,2	-0,7	1 047
Huayao	6,00	56	19,6	4,4	765
Granja Kcayra	5,44	53	20,7	3,7	674
Chuquibambilla	6,08	59	16,8	-2,4	715
Puno	6,36	70	14,7	2,0	753
Characato	6,50	73	22,8	6,8	78
<b>SELVA</b>					
San Ramón SM	4,67	41	31,3	20,8	2 158
El Porvenir	3,89	41	32,5	20,4	1 041
Bellavista	4,78	40	32,2	20,9	928

## ANEXO 05

Para lo cual según el atlas de energía solar del Perú 2013, los promedios climáticos en la región Cajamarca para lugares colindantes a la zona de estudio correspondiente al potencial solar nos indica que en la zona de Cajabamba se tiene 6.7 kWh/m<sup>2</sup> como promedio con una desviación estándar de 2.9 kWh/m<sup>2</sup>, para la zona de Bambamarca tenemos un promedio climático de 5.3 kWh/m<sup>2</sup> con una desviación estándar de 3.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Respecto a la Irradiancia constante (I) para Perú es de 1Kw/m<sup>2</sup>, según el Reglamento Técnico Especificaciones y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural del MEM-DGE.

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
1	110133	Zarumilla	4,6	3,0
2	110136	Cañaverl	6,2	2,7
3	110176	San Roque	4,4	2,9
4	110226	Arenales	5,9	3,6
5	110230	La Esperanza	7,4	2,5
6	110232	Chilaco	6,8	2,5
7	110235	Moropón	5,5	3,0
8	110236	Olmos	5,8	3,2
9	110247	San Miguel	6,8	2,7
10	110253	Bagua Chica	5,5	3,0
11	110255	Chulucanas	5,5	2,8
12	110299	Pucallá	6,1	2,9
13	110303	Chota	4,9	3,0
14	110320	Cayalti	6,6	2,8
15	110331	Ferñafe	5,4	2,7
16	110333	Jayanca (La Villa)	6,1	3,0
17	110334	Molupe	5,4	3,0
18	110335	Tinajones	6,7	3,1
19	110371	Celendin	5,2	3,1
20	110373	Cajabamba	6,7	2,9
21	110382	Bellavista	5,0	2,8
22	110384	La Unión	5,1	2,8
23	110387	Contamana	5,5	3,2
24	110441	Recuay	6,6	2,8
25	110463	Tocache	4,6	2,8
26	110531	Isla Don Martín	4,2	2,9
27	110532	Camay	4,6	3,3
28	110534	Lomas de Lachay	4,3	2,9
29	110542	Picoy	5,0	2,1
30	110548	Malucana	4,3	3,0
31	110561	San Ramón	5,3	2,8
32	110601	La Punta	4,0	3,3
33	110690	Hacienda Bemales	6,8	3,2
34	110703	Pangaravi	7,1	2,4
35	110829	Santa Rita	9,5	2,1
36	110860	Juli	7,5	3,2
37	110863	Desaguadero	5,9	1,3
38	120101	Los Cedros	5,6	3,1

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
39	120208	Mallares	6,8	2,7
40	120237	Ayabaca	5,8	3,4
41	120239	Huancabamba	3,7	2,8
42	120278	San Ramón	5,2	3,3
43	120281	Genaro Herrera	4,9	2,9
44	120301	Lambayeque	6,9	2,9
45	120325	Talla	6,1	3,0
46	120343	Huambos	6,1	2,9
47	120362	Bambamarca	5,3	3,0
48	120404	Huánuco	5,9	2,9
49	120407	San Jorge	4,5	3,3
50	120451	Palmasasi	4,9	2,8
51	120502	Surasaca	4,8	2,7
52	120535	Andahuasi	7,0	2,5
53	120536	Santa Rosa	6,4	2,8
54	120547	Canta	6,0	3,0
55	120606	Quilabamba	4,9	2,8
56	120607	Granja Kcayra	6,2	3,0
57	120615	Hipólito Unzué	4,1	3,5
58	120616	Cañete	4,2	3,4
59	120635	Huayao	6,5	2,9
60	120638	Pacarán	6,5	2,8
61	120708	Puno	6,3	2,8
62	120764	Chuquibambilla	7,3	2,9
63	120806	Moquegua	6,6	2,5
64	120837	Pampa Blanca	5,6	3,3
65	120839	La Pampilla	6,7	1,5
66	120899	La Yarada	6,0	3,3
67	130207	Miraflores	6,7	2,7
68	130304	A. Weberbauer	6,0	2,9
69	130310	El Porvenir	4,9	3,0
70	130501	Alcantarilla	5,2	3,1
71	130610	A. Von Humboldt	5,0	3,4
72	130617	Modelo	4,3	3,5
73	130637	Pampa de Villacuri	6,4	3,0
74	130700	San Camilo	7,4	2,3
75	130805	Pampa de Majes	9,3	2,3
76	140500	Aerop. Int. J. Chávez	5,6	2,8

En este marco, se ha procedido a revisar información de niveles de radiación solar y a partir de esto realizar los cálculos de oferta y posterior dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos. Sin embargo, no se dispone de estos datos específicamente correspondientes a dichas localidades en estudio, tampoco se cuenta datos para el distrito. Los datos que se disponen son solo a nivel provincial, los cuales permiten hacer los siguientes cálculos.

#### **Provincia de Cajamarca: niveles de radiación solar promedio por mes**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación Solar kWh/m <sup>2</sup>	4.75	4.25	4.25	4.75	5.25	5.25	5.25	4.75	5.25	4.75	5.75	4.75

Fuente: elaboración propia en base a datos del SENAMHI Cajamarca.

Como se determina en el cuadro anterior, la radiación solar promedio diaria, bajo el método horizontal (es decir, que la celda fotovoltaica ha sido ubicada de forma horizontal para obtener los niveles de radiación), ha permitido obtener los valores mensuales diarios. En este caso el método de diseño ha sido seleccionar el promedio total de los meses, que nos brinda un promedio anual de radiación diaria, que es lo más adecuado para que esto no conduzca a un sobredimensionamiento. Por tal, en el presente estudio se ha preferido dimensionar con el mes de febrero o marzo por ser el más bajo de todos los meses; es decir: 4,250 Wh/m<sup>2</sup>/día.

Características eléctricas para las condiciones estándares de medición (CEM), consideradas de "Laboratorio": 1Kwh/m<sup>2</sup> o equivalente a 1000 Wh/m<sup>2</sup> de irradiancia solar a 25°C de temperatura de celda. (Celda calentada por los rayos del sol, que significa una temperatura ambiente de casi 25°C).

A partir de estos datos podemos determinar las horas de sol pico promedio. Dicho cálculo se determina de la siguiente manera:

$$HPS_{crit} = \frac{I_{pi}}{I_{SCT}}$$



## **ANEXO 06**

### **DETERMINACION DE LA MAXIMA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA QUE REQUIERE EL ANEXO PIEDRAS COLORADAS - CAJAMARCA**

#### **A) ANALISIS DE LA DEMANDA**

Entre las variables más importantes que afectan a la demanda tenemos:

- a) Crecimiento de las actividades comerciales y productivas de Los habitantes del Anexo Piedras Coloradas comprensión del Distrito de la Encañada Provincia de Cajamarca.
- b) El incremento de las funciones fértiles de los habitantes asentada en la superficie de estudio y la mejora en sus ingresos.
- c) El estilo de vida de la población.

Teniendo un total de familias en el Anexo Piedras Coloradas en mención es de 23 abonados, sabiendo que la población total es de 110 habitantes.

#### **B) PASOS PARA EL CÁLCULO DE HPS (HORA SOL PICO)**

Para evaluar entonces el valor de HPS se debe dividir el valor de la irradiación existente entre el valor de la potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC), pues es en esas condiciones donde se cumplen las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos. Ese valor de irradiancia en condiciones estándar de medida es de 1.000 Watts/m<sup>2</sup>. Es decir, si se dispone de los datos de irradiación solar de un determinado día y se divide entre 1.000, se obtienen las HSP.

Por ejemplo, si tenemos una irradiación de 4.500 Wh/m<sup>2</sup>/día, para pasarla a HSP, se divide entre 1.000W/m<sup>2</sup>, con lo que obtenemos 4.5 HPS.

### **1. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO**

Se considera que para la evaluación del consumo es primordial los antecedentes contribuidos por el usuario, y deben ser constantemente los más reales pertinentes para obviar variaciones en la magnitud. Si el montaje se ejecuta para una edificación de utilización continua para todo el año, se elegirá el valor medio de todo el año. Si el montaje se realiza para el empleo eventual, por ejemplo, en

verano, hay que escoger la estimación de los meses de verano. Así mismo, el actual diseño cogerá el valor medio de todo el año, es decir el consumo para una vivienda con uso diario durante todo el año.

**Cuadro 02: CARGAS MINIMAS DE ALUMBRADO**

<b>Tipo de Local</b>	<b>Carga Unitaria W/m<sup>2</sup></b>
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías y salones de belleza	25
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2.5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	25
Escuelas	25
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles, moteles, incluyendo apartamentos sin cocina (*)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda (*)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	18
En cualquiera de locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10

Fuente: Código Nacional de Electricidad Tomo V

**Cuadro 03: FACTORES DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES DE CARGAS DE ALUMBRADO**

<b>Tipo de Local</b>	<b>Partes de la carga a la cual se le aplica el factor</b>	<b>Factor de Demanda</b>
Unidades de Viviendas	Primeros 2,000 W o menos .....	100 %
	Siguientes 118,000 W .....	35%
	Sobre 120,000 W .....	25%
Edificaciones para oficinas	20,000 W o menos .....	100%
	sobre 20,000 W .....	70%
Escuelas	15,000 W o menos .....	100%
	sobre 15,000 W .....	50%
* Hospitales	Primeros 50,000 W o menos .....	40%
	Sobre 50,000 W .....	20%
* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin facilidades de cocina	Primeros 20,000 W o menos .....	50%
	Siguientes 80,000 W .....	40%
	Sobre 100,000 W .....	30%
Locales de depósito y almacenamiento	Primeros 12,500 W o menos .....	100%
	Sobre 12,500 W .....	50%
	.....	
Todos los demás	Watt totales .....	100%

Fuente: Código Nacional de Electricidad Tomo V

Dónde: Área promedio de vivienda = 20m<sup>2</sup>

Carga unitaria por vivienda = 25 W/m<sup>2</sup>

Factor de demanda = 100%

Entonces: realizamos la carga, orientándonos de las tablas de código nacional de electrificación.

$$20 \times 25 \times 1 = 500 \text{ W}$$

<b>Carga (Watt)</b>	<b>Horas de funcionamiento al día</b>	<b>Total de energía necesaria (Wh)</b>	<b>Total de energía (Wh) x Margen seguridad 25%</b>
<b>500</b>	3	1500	1875

Como se puede apreciar en el anterior cuadro, el total de energía necesaria para una vivienda es de 1,500 Wh. Sin embargo, es necesario considerar pérdidas que se pueden generar, determinado así un margen de seguridad del 25%. Dicho margen es incrementado en el total de energía necesaria nominal (1,500 Wh), para así obtener un total de energía real (1,875), determinándose así un requerimiento total por vivienda ligeramente mayor.

Cabe mencionar que el porcentaje de margen de seguridad es un parámetro establecido a criterio del investigador, pero que, sin embargo, es un porcentaje que en la mayoría de estudios consideran entre este rango.

## 2. CÁLCULOS DE CONSUMOS

Este consumo en términos de consumo medio en Ah

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

Donde,

$Q_{Ah}$ : consumo medio de la carga diaria

$L_{md}$ : Consumo medio de energía diaria

$V_{BAT}$ : Voltaje nominal del Banco Batería

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

$$1,875 / 24 = \mathbf{78.13 \text{ Ah/día}}$$

## 3. CÁLCULOS DE CONSUMO TOTAL ANUAL Y MEDIO ANUAL

La determinación del consumo total anual (LT) y el consumo total medio anual (Lma) de un domicilio, es gracias a los consumos medios diarios calculados, es decir teniendo estos últimos podemos calcular dichos consumos anuales, de la siguiente manera:

$$LT = Lmd * 365 \text{ días}$$

$$1,875 * 365 = 684,375 \text{ Wh/año}$$

Al calcular el consumo total anual, podemos calcular el consumo total medio anual, que en este modo concurre con el medio diario, ya que el consumo que se ha considerado es persistente todo el año, no ocurriría así si existiera alteraciones de consumos estacionales.

$$L_{ma} = \frac{LT}{365 \text{ días}}$$

$$684,375 / 365 = 1,875 \text{ Wh/año}$$

#### 4. RESUMEN CÁLCULOS DE CONSUMO

En el siguiente cuadro se presente en resumen los niveles de consumo de un domicilio.

**Cuadro 04: Resumen de cargas y consumos de domicilio**

Ítem	Nivel de energía
Energía total necesaria sin incorporar pérdidas en Wh	1,500 Wh/día
Energía total necesaria incorporando pérdidas en Wh	1,875 Wh/día
Consumo medio de energía mes en Kwh	56.250 KWh/mes
Consumo total anual Wh	684,375 Wh/anual
Consumo total anual en Kwh	684.375 KWh/anual
Carga total en Ah/día	78.13 Ah/día

Fuente: Código Nacional de Electrificación Tomo V

## ANEXO 07

### CALCULAR Y SELECCIONAR LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A DISEÑAR

#### 1. DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO SOLAR

##### CÁLCULO DE NUMERO DE MÓDULOS NECESARIOS

Conociendo los niveles de consumo, así como los niveles de radiación solar, se procede a calcular del número total de módulos necesarios.

En primer lugar, se calcula la energía que demanda el sistema cada día, es decir la energía que genera cada panel:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR$$

Donde,

*EP*: Capacidad de generación de energía de un panel

*P<sub>MPP</sub>*: Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC

*HPS<sub>crit</sub>*: Horas de sol pico promedio

*PR*: Factor global de funcionamiento

Por tanto, los resultados de energía por panel son:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR$$

$$150 * 4.25 * 0.90 = 573.75 \text{ W}$$

Y también calculamos la corriente de que genera al día el panel solar.

$$Cp = HPS_{crit} * I$$

$$4.25 * 7.85 = 33.36 \text{ Ah/día}$$

*Cp*: corriente que genera al día el panel

*I*: Corriente del panel solar

*HPS<sub>crit</sub>*: Horas de sol pico promedio

Cabe indicar que, la Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, es referido a un modelo EX150M(156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC, tal como se detalla en las especificaciones del panel, párrafos más abajo. Así mismo, el factor global de funcionamiento varía entre 0.65 y 0.90. En el presente estudio se hace uso del 0.90, igual como se señala en las especificaciones técnicas del módulo.

Al conocer la corriente que genera el panel, se produce a determinar el número de módulos fotovoltaicos en paralelo totales requeridos por vivienda, de la siguiente manera:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p}$$

En el cual,

$N_p$ : Número de paneles en paralelo

$Q_{Ah}$ : consumo medio de la carga diaria

$C_p$ : Corriente que genera al día el panel

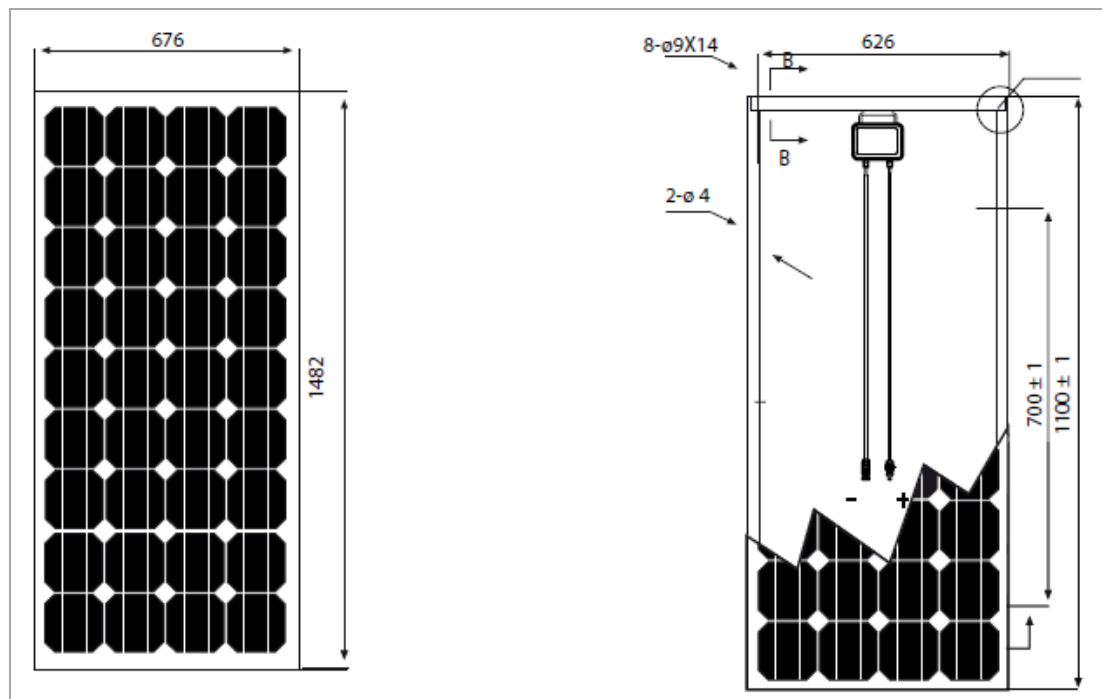
Calculamos el número de paneles en paralelo necesarios:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p}$$

$$N_P = 78.13 / 33.36 = 2.34 \approx 3$$

Este resultado nos indica que cada vivienda, para el consumo determinado, según la oferta de radiación solar, se necesita tres paneles. De esta forma se está cubriendo la demanda exigida durante todo el año

**Figura 04: Características físicas de módulos Monocristalino EX-150M(156)**



**Cuadro 07: Condiciones estándar de módulos Monocristalino – EX-150M (156)**

MODULE MONOCRYSTALLINE   MÓDULOS MONOCRISTALINOS	135 W	140 W	145 W	150 W
Trade Mark	EX-135M(156)	EX-140M(156)	EX-145M(156)	EX-150M(156)
STANDARD TEST CONDITIONS   TEST DE CONDICIONES ESTANDAR: 1000 W/M <sup>2</sup> , AM 1.5, 25°C (STC)				
Maximum Power Voltage, VMP   Máximo voltage, VMP	18.0 V	18.42 V	18.71 V	19.11 V
Maximum Power Current, IMP   Tensión máxima actual, IMP	7.50 A	7.60 A	7.75 A	7.85 A
Open Circuit Voltage, VOC   Tensión de circuito abierto, VOC	21.40 V	21.80 V	22.30 V	22.60 V
Short Circuit Current, ISC   Corriente de cortocircuito, ISC	8.40 A	8.55 A	8.67 A	8.85 A
Max. System Voltage, VMAX   Tensión máxima del sistema, VMAX	1000V (IEC)			
Maximum Power Tolerance   Tolerancia potencia máxima	0-3%			
Cell Efficiency   Eficiencia Celda	15.7 (%)	16.3 (%)	16.9 (%)	17.4 (%)
Module Efficiency   Eficiencia Módulo	13.5 (%)	14.0 (%)	14.5 (%)	15.0 (%)
NOCT	45°C ± 2°C			



## 2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERIAS

El dimensionamiento de las baterías requiere de la determinación o especificación de dos parámetros importantes, los cuales son (i) la máxima profundidad de descarga (en este caso se calculará tanto la estacional como la diaria) y (ii) el número de días de autonomía. En esta línea, el presente estudio toma como norma general los siguientes parámetros, los cuales dentro de la literatura de los diseños eléctricos son especificados:

- Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD<sub>max,e</sub>) = 70% = 0,7
- Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD<sub>max,d</sub>) = 25% = 0,25
- Número de días de Autonomía (N) = 3

Ante esto, se procede al cálculo de la capacidad nominal necesaria de las baterías en función de la profundidad de descarga estacional y diaria. En el presente estudio se selecciona a la que cuente con el mayor de resultado, pues de lo distinto podríamos incidir en una deficiencia estacional o diaria.

### a. Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (C<sub>nd</sub>):

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct$$

Donde,

$C_{nd}(Wh)$ : Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

$L_{md}$ : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,d}$ : Descarga máxima diaria

Fct: Factor de corrección de Temperatura (= 1)

El resultado es:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct \quad \Rightarrow \quad \frac{1,875}{0.25} * 1 = \mathbf{7,500 \text{ Wh}}$$

Estos resultados nos indica que: para generar una energía diaria de 1,875 Wh, con nuestros acumuladores, pero facultando únicamente un 25% de descarga máxima diaria y considerando un Factor de rectificación de Temperatura (FCT = 1), se requiere una capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria de 7,500 Wh.

Teniendo estos resultados podemos calcular la capacidad mínima que requerimos para nuestro sistema de almacenamiento en función de la descarga máxima diaria. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde:

$C_{nd}(Ah)$ : Capacidad mínima de la batería en descarga máxima diaria.

$C_{nd}(Wh)$ : Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

$V_{BAT}$ : Tensión de batería

El resultado es:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$

$$\frac{7,500}{24} = \mathbf{312.5 \text{ Ah}}$$

El resultado nos indica que la cabida diminuta que requerimos para vuestro sistema de almacenamiento en uso de la descarga máxima diaria, es de 312.5 Ah.

**b. Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne)**

El procedimiento de este cálculo es similar al anterior.

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

Donde:

$C_{ne}(Wh)$ : Capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional

$L_{md}$ : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,e}$ : Descarga máxima estacional

Fct: Factor de corrección de Temperatura (= 1)

El resultado es:

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

$$\frac{1,875 * 3}{0.70} * 1 = \mathbf{8,035.71 \text{ Wh}}$$

Estos resultados nos indica que: para generar una energía diaria de 1,875 Wh, con vuestro acumulador sin embargo que poder establecer de ella 3 días sin sol, sin admitir una descarga mayor del 70%, y considerando un coeficiente de corrección de Temperatura (FCT = 1), se necesita una capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional de 8,035.71 Wh.

Así también, se sigue similar procedimiento para calcular la capacidad mínima que requerimos para vuestro sistema de almacenamiento en función de la descarga máxima estacional. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde,

$C_{ne}(Ah)$ : Capacidad mínima de la batería en descarga máxima estacional.

$C_{ne}(Wh)$ : Capacidad nominal del acumulador en descarga máxima estacional

$V_{BAT}$ : Tensión de batería

El resultado es:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$
$$\frac{8,035.71}{24} = 334.82 \text{ Ah}$$

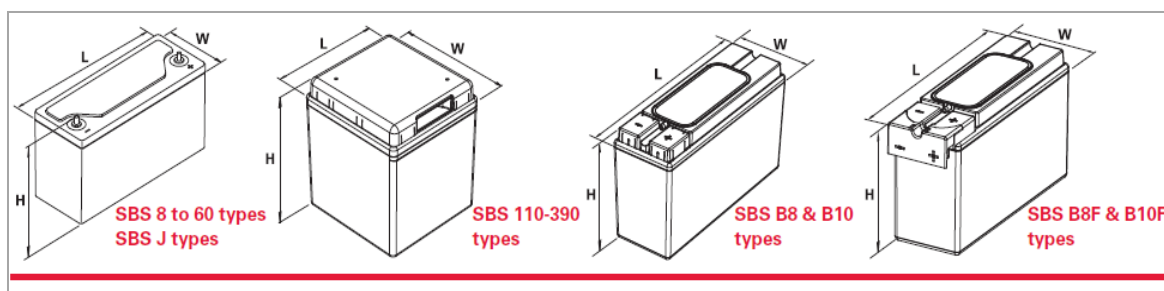
El resultado nos indica que la cabida diminuta que requerimos para vuestro uso de almacenamiento en desempeño de la descarga máxima estacional, es de 334.82 Ah.

Por lo tanto, los resultados de estos cálculos nos indican que debemos elegir el mayor resultado, así mismo la cabida nominal de los acumuladores sucedería, como diminuto:

$$C_{100} = 334.82 \text{ Ah}$$

En este caso, como se indica en las especificaciones técnicas de las baterías, el presente estudio propone el uso de las baterías Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, en la cual la batería dará una capacidad de 360 Ah, el cual cubre los 334.82 Ah calculados.

**Figura 05: características físicas de baterías SBS130**



**Cuadro 10: Especificaciones técnicas generales de baterías SBS130**

Battery Type	Number of Cells	Nominal Voltage (V)	Nominal Capacity (Ah)		Nominal Dimensions						Typical Weight		Short Circuit Current (A) <sup>20</sup>	Internal Resistance (mΩ) <sup>20</sup>	Terminals
			10 hr rate to 1.80Vpc @ 20°C	8 hr rate to 1.75Vpc @ 77°F	Length		Width		Height		kg	lbs			
SBS 8	6	12	7	7	138	5.4	86	3.4	99	3.9	2.7	5.9	455	27.1	2 x M4 F
SBS 15	6	12	14	14	200	7.9	77	3.0	140	5.5	5.7	12.5	891	13.5	2 x M6 M
SBS 30	6	12	26	26	250	9.8	97	3.8	156	6.1	9.5	20.9	1556	7.9	2 x M6 M
SBS HB30 <sup>(1)</sup>	6	12	26	26	250	9.8	97	3.8	156	6.1	9.6	21.1	1556	7.9	harness
SBS 40	6	12	38	38	250	9.8	97	3.8	206	8.1	12.7	28.0	2184	5.6	2 x M6 M
SBS 60	6	12	51	51	220	8.7	121	4.8	261	10.3	18.5	40.7	2618	4.4	2 x M6 M
SBS 110	3	6	115	116	200	7.9	208	8.2	239	9.4	21.2	46.6	3804	1.7	2 x M8 M
SBS 130	3	6	132	133	200	7.9	208	8.2	239	9.4	22.7	49.9	4111	1.4	2 x M8 M
SBS 300	1	2	310	307	200	7.9	208	8.2	239	9.4	21.7	47.7	8700	0.23	2 x M8 M
SBS 390	1	2	360	361	200	7.9	208	8.2	239	9.4	23.2	51.0	11101	0.18	4 x M8 M
SBS J13 <sup>(3)</sup>	6	12	12	12	175	6.9	83	3.3	129	5.1	5.2	11.5	957	13.0	2 x M6 F
SBS J16 <sup>(3)</sup>	6	12	15	15	181	7.1	76	3.0	167	6.6	6.7	14.8	1111	11.0	2 x M6 F
SBS J30 <sup>(3)</sup>	6	12	26	26	166	6.5	175	6.9	125	4.9	11.8	26.0	1766	7.0	2 x M6 F
SBS J40 <sup>(3)</sup>	6	12	39	39	197	7.7	165	6.5	170	6.7	17.4	38.2	2400	5.2	2 x M6 F
SBS J70	6	12	64	64	329	12.9	166	6.5	174	6.9	27.6	60.9	3500	3.5	2 x M6 F
SBS B8	6	12	31	31	280	11.0	97	3.8	159	6.3	10.3	22.7	1270	10.0	2 x M8 F
SBS B8F	6	12	31	31	303	11.9	97	3.8	159	6.3	10.3	22.7	1270	10.0	2 x M6 M
SBS B10	6	12	38	38	280	11.0	97	3.8	184	7.2	12.8	28.2	1390	9.0	2 x M8 F
SBS B10F	6	12	38	38	303	11.9	97	3.8	184	7.2	12.8	28.2	1390	9.0	2 x M6 M

### 3. DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR

Determinamos el dimensionamiento del regulador necesario para el presente estudio, en base a los resultados ya calculados. Pues es necesario determinar la máxima corriente que debe soportar el regulador.

$$I_{\text{regulador}} = F_{\text{seg}} * I_{\text{MOD,SC}} * N_{\text{paneles}}$$

Donde,

$I_{\text{entrada}}$ : Corriente del regulador

$F_{\text{seg}}$ : Factor de seguridad para evitar daños al regulador

$I_{MOD,SC}$ : Corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito

$N_{paneles}$ : Número de paneles

Cabe indicar que, el módulo a utilizar y que permite ejecutar el cálculo de corriente de umbral al regulador, es de un módulo con las siguientes características principales:

- ❖ Módulo: EX150M-24V
- ❖ Fabricante: EXION SOLUTION S.A
- ❖ Potencia máxima (Pmax): 150 Wp
- ❖ Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax): 36.6 V
- ❖ Corriente de cortocircuito (Isc): 8.85 A
- ❖ Eficiencia o factor de seguridad: 15 %

El resultado de este cálculo se determina seguidamente:

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles}$$

$$1.15 * 8.85 * 3 = 30.5 \text{ A}$$

Por lo tanto, se concluye que, el regulador seleccionado es de 50 A en la cual se requiere uno con 50 A y 24 V.

## Cuadro 13: Especificaciones técnicas generales de reguladores Blue Solar

### Regulador Victron blue solar 50A (mppt paneles aislada)

Nota: MPPT sólo para paneles de aislada. Mejora el rendimiento de los paneles hasta un 30%.

Código del producto: da0185

Características:

- Tensiones de batería 12V or 24V, auto select.
- Máxima corriente de carga: 50A.
- Regulación MPPT para paneles de aislada (compuestos por 36 o 72 células). Aumenta la corriente de carga hasta un 30% en comparación con un regulador PWM.
- Tensión máxima de paneles: Voc 55V.
- Eficiencia: > 98%.
- Autoconsumo: < 10mA.
- Valores predeterminados.
- Estado de absorción: 14.4V 28.8V.
- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecorriente.
- Protección contra conexión inversa de los paneles o la batería.
- Desconexión de la salida de carga a causa de baja tensión en la batería.
- Estado de flotación: 13.8V 27.6V.
- Medidas: 130 x 186 x 70 mm.
- Peso: 1,25 Kg.

Fuente: En base a cotizaciones de Victron Energy Blue Power

## 4. DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

El inversor es el encargado de la transformación de la corriente DC en AC, es por ello que los parámetros que especifica a este componente es la potencia mínima a transformar.

Es demasiado escaso posible que en totalidad las cargas desempeñen en el igual lapso. Sin embargo, admitiendo el suceso delicado, es discreto instalar un factor de compatibilidad de 100%.

$$W_{\text{mininversor}} = W_{\text{maxinversor}} * C_s = 500 \text{ W}$$

Donde:

$W_{\text{maxinversor}}$ : Valor de la potencia demandada.

$C_s$ : coeficiente de simultaneidad, 100%

El inversor seleccionado tiene los siguientes parámetros:

- ❖ Tensión: 110VAC o 230VAC
- ❖ frecuencia CA de salida: 50Hz o 60Hz
- ❖ Pico de potencia: 700W

$$N^{\circ}_{\text{inversores}} = \frac{W_{\text{inversor}}}{W_{\text{sistema}}} = 0.71 \approx 1$$

El inversor escogido es 1, con los parámetros indicados.

#### Cuadro 11: Especificaciones técnicas generales de inversores Phoenix

Inversor Phoenix	12 Volt 24 Volt 48 Volt	12/180 24/180	12/350 24/350 48/350	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia CA cont. de salida a 25 °C (VA) (3)		180	350	800	1200
Potencia cont. a 25 °C / 40 °C (W)		175 / 150	300 / 250	700 / 650	1000 / 900
Pico de potencia (W)		350	700	1600	2400
Tensión / frecuencia CA de salida (4)	110VAC o 230VAC +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada (V DC)		10,5 - 15,5 / 21,0 - 31,0 / 42,0 - 62,0		9,2 - 17,3 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 68,0	
Alarma de batería baja (V DC)		11,0 / 22 / 44		10,9 / 21,8 / 43,6	
Apagado por batería baja (V DC)		10,5 / 21 / 42		9,2 / 18,4 / 36,8	
Autorrecuperación de batería baja (V DC)		12,5 / 25 / 50		12,5 / 25 / 50	
Eficacia máx. 12 / 24 / 48 V (%)		87 / 88	89 / 89 / 90	91 / 93 / 94	92 / 94 / 94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)		2,6 / 3,8	3,1 / 5,0 / 6,0	6 / 6 / 6	8 / 9 / 8
Consumo en vacío en modo de ahorro		n. a.	n. a.	2	2
Protección (2)	a - e				
Temperatura de funcionamiento	-40 to +50°C (refrigerado por ventilador)				
Humedad (sin condensación)	max 95%				

## 5. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO.

El dimensionamiento de los cables se ejecutará bajo las sugerencias del Norma Técnica Peruana (NTP) y Código Nacional de Electricidad (CNE).

El sistema usado se establece en la norma IEC 60364-5-52 “Instalaciones eléctricas en edificios” Parte 5-52, “Selección y utilización de material eléctrico – canalizaciones”.

Las caídas de tensión deben ser inferiores a lo indicado:

En medio del módulo fotovoltaico y el regulador se encontrará inferior a 3%.

A través del regulador y la batería se encontrará inferior a 1%.

En medio de la batería y el inversor será menor a 1%.



A través del inversor y las cargas será menor de 5%.

Calculo de la sección del conductor:

$$S = 2x \frac{(L * I)}{(K * V_{1-2})}$$

Donde:

S: sección en mm<sup>2</sup>.

L: longitud del cable.

I: intensidad de corriente.

V<sub>1-2</sub>: caída de voltaje. (con las caídas indicadas)

K: conductividad del cobre (56m/Ωmm<sup>2</sup>)

**Panel fotovoltaico – regulador: (3m)**

Estimamos que desde la estación de paneles hasta el regulador hay una distancia de 3 m y la corriente como máximo será = 3 módulos x 7.85 = 23.55 A.

$$\text{Caída de tensión: } 3\% * 24 = 0.72$$

Aplicando la formula y acudiendo a la tabla AWG:

$$S = 2x \frac{3 * 23.55}{56 * 0.72} \quad S = 3.50 \text{mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 12

**Regulador - batería: (1m)**

Estimamos que desde la batería hasta el regulador hay una distancia de 1 m y la corriente como máximo será = 3 módulos x 7.85= 23.55 A.

$$\text{Caída de tensión: } 1\% * 24 = 0.24$$

$$S = 2x \frac{1 * 23.55}{56 * 0.24} \quad s = 3.50 \text{mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 12

**Batería – inversor: (1m)**

Para un consumo máximo de 500 W la corriente máxima será:

$$\text{Caída de tensión: } 1\% * 24 = 0.24$$

$$\frac{500}{0.9 * 24} = 23.15$$

$$\text{Ahora: } S = 2x \frac{1 * 23.15}{56 * 0.24} \quad s = 3.44 \text{mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 12

**Inversor – cargas: (2m)**

Para un consumo máximo de 500 W la corriente máxima será:

$$\frac{500}{0.9 * 24} = 23.15$$

$$\text{Caída de tensión: } 5\% * 24 = 1.2$$

$$\text{Entonces: } S = 2x \frac{2 * 23.15}{56 * 0.12} \quad s = 1.38 \text{mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 14

En la cual se obligará comprobar que no se ascienda la caída de tensión de acuerdo al sucesivo enunciado:

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * I * L * \cos \emptyset}{A * U} * 100 \%$$

Donde:

L : Es la longitud total del cable.

I : intensidad de corriente.

$\cos \emptyset$  : Es el factor de potencia. considerando 0.9

A : Es el área del cable.

U : Es la tensión de operación

Calculamos la caída de tensión para cada componente:

#### Panel fotovoltaico - Regulador

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.55 * 3 * 0.9}{3.50 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 2.70$$

#### Regulador - Bateria

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.55 * 1 * 0.9}{3.50 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.90$$

#### Bateria - Inversor

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.15 * 1 * 0.9}{3.44 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.90$$

#### Inversor - Carga

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 23.15 * 2 * 0.9}{1.38 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 4.49$$

**Tabla 1. 2 Resultados de cálculo de cableado**

Descripción	I	Sección	L	$\Delta U\%$
Panel fotovoltaico – regulador	23.55 A	3.50 mm <sup>2</sup>	3	2.70
Regulador – batería	23.55 A	3.50 mm <sup>2</sup>	1	0.90
Batería – inversor	23.15 A	3.44 mm <sup>2</sup>	1	0.90
Inversor – carga	23.15 A	1.38 mm <sup>2</sup>	2	4.49

Las diferencias presentadas en la tabla 1.2 pertenecen a la longitud requerida de los cables para unir a los componentes.

## 6. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

El elemento del sistema fotovoltaico y de cualquier sistema eléctrico en frecuente alcanza realizar o transferir sobre corrientes que consiguen disminuir la existencia del elemento o este se puede deteriorar. Los elementos se eligen acorde a la corriente que atraviesa por el cable.

Calculo de la corriente de protección con fusibles:

$$I_F = k \times I_N$$

DONDE:

**I<sub>F</sub>** = CORRIENTE DE PROTECCION DE LOS FUSIBLES

**K** = CONSTANTE DE PROTECCION LA CUAL SE TOMA EN EL RANGO DE 1.8 A 2.1

**I<sub>N</sub>** = CORRIENTE NOMINAL O A PLENA CARGA

**Panel fotovoltaico – Regulador:**

$$I_F = 1.8 \times 23.55$$

$$= 42.39 \text{ A}$$

**Regulador – Batería:**

$$I_F = 1.8 \times 23.55$$

$$= 42.39 \text{ A}$$

**Bateria – inversor:**

$$I_F = 1.8 \times 23.15$$

$$= 41.67 \text{ A}$$

**Inversor – carga:**

$$I_F = 1.8 \times 23.15$$

$$= 41.67 \text{ A}$$

El fusible a utilizar es de cartucho modelo QR113-50T600, marca DELTA con 50 A.

**Tabla 1.3 Los elementos a emplear se muestran en esta tabla**

Descripción	I	Cantidad	Fusible	Interruptor	Interruptor Magnetico	Interruptor diferencial
Panel fotovoltaico – regulador	23.55 A	3	50 A	50 A		
Regulador – batería	23.55 A	1	50 A	50 A		
Batería – inversor	23.15 A	1	50 A	50 A		
Inversor – carga	23.15 A	1			50 A	50 A

## 7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Por razones de seguridad para el consumidor, debemos eludir que el cuerpo humano sea conductor y pueda sufrir algún daño fatal.

Se debe entender el tipo de la puesta a tierra, la sección del Cu en los elementos y en el sistema en general.

La sección mínima de la línea principal de tierra es de 10mm<sup>2</sup> según el CNE, y esta será la utilizada. El tipo de sistema de puesta a tierra será el de varilla, esto es debido a la baja potencia y, por ende, bajo amperaje.

### Calculo de la resistividad:

$$\rho = \frac{4\pi \cdot A \cdot R}{\left[ 1 + \left[ \frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right] - \frac{2 \cdot A}{(4A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right]}$$

Donde:

p: Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m.

A: Distancia entre electrodos en metros.

B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros.

R: lectura del terrómetro en ohm.

El cálculo de la resistividad es de acuerdo a la formula anterior, sabiendo que la resistividad medida con el equipo es  $R = 5.93 \text{ ohm}$ .  $A = 4 \text{ m}$  y  $B = 0.2 \text{ m}$ .

Aplicando la fórmula:  $\rho = 150 \text{ ohm /m}$ .

Calculamos el número de electrodos en paralelo:

$$R = (\rho/2\pi l) \cdot \ln(2l/d)$$

Dónde:

L: distancia del electrodo 2.4m

D: diámetro del electrodo ½.

$(\ln(2l/d) / 2\pi l)$  se considera = K y operamos la fracción vale 0.49454

Por lo tanto:

$$R = 150 \times 0.49454 = 74.18 \approx 75 \Omega$$

## THOR-GEL

Tiene el Ph ligeramente básico y no es corrosivo con el cobre, por lo que la vida media de la puesta a tierra con el producto THOR-GEL, será de 20 a 25 años, manteniéndose de vez en cuando si la perdida de humedad es mayúscula y hay elevación de la resistencia eléctrica.

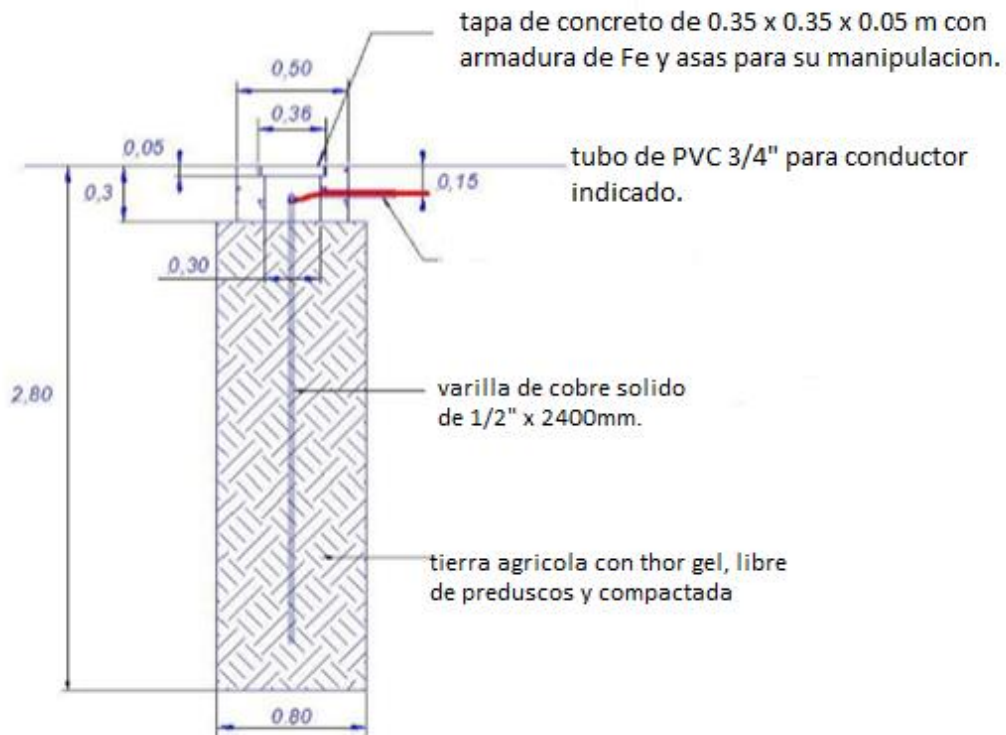
RESISTIVIDAD $\Omega$ -m			DOSIFICACIÓN
de 50	a	200	1 dosis x m3
de 200	a	400	2 dosis x m3
de 400	a	mas	3 dosis x m3

La resistividad se encuentra en 150 ohm / m. la cual se llegaría a aplicar 1 doses x m<sup>3</sup> de THOR-GEL.

RESISTENCIA INICIAL EN $\Omega$	% DE REDUCCIÓN	RESISTENCIA FINAL EN $\Omega$
600	95	30
300	85	45
100	70	30
50	60	20
20	50	10
10	40	6

La resistencia es de  $75 \Omega$ , la cual su reducción de acuerdo a tabla es de 70% la cual obtenemos una resistencia de  $30 \Omega$ , entonces utilizaríamos 2 electrodos de  $\frac{1}{2}$ " en paralelo, obtendríamos  $15 \Omega$  por electrodo.

Figura 1.4 Detalle de STP con varilla de cobre



## 8. ESTRUCTURA DE SOPORTE

La norma técnica peruana nos dice que los paneles fotovoltaicos pueden ser instalados en diferentes partes según las situaciones del lugar donde se quiera instalar el diseño fotovoltaico, ya sea en terrazas, balcones, ventanas, techos, postes y muchos espacios más que sean adecuados para la instalación, pero siempre debemos tomar en cuenta que no hayan obstáculos que puedan dificultar la vista directa hacia los rayos solares, que no hagan sombra tales como vegetación, edificaciones cercanas, árboles y otros.

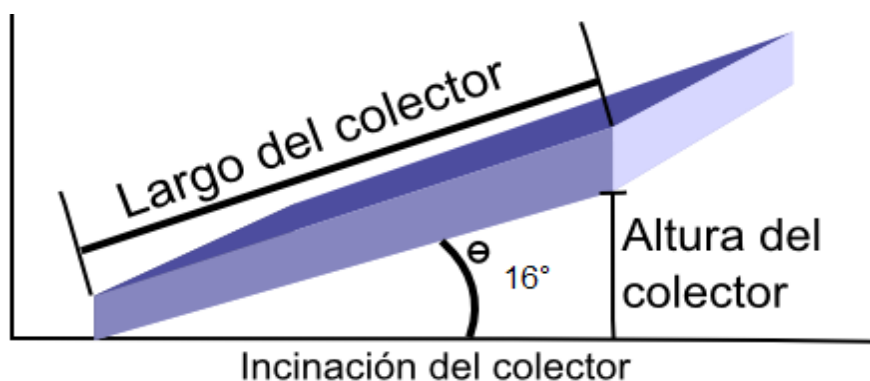
### Orientación e inclinación.

Los paneles fotovoltaicos al momento de instalarse se deben tener en cuenta la inclinación y orientación con respecto al sentido de la radiación solar ya que

de eso depende mucho la eficiencia y así tener un mejor rendimiento para el abastecimiento eléctrico a las viviendas.

La orientación de los módulos solares estacionarios debe ser hacia el norte y con respecto al ángulo de inclinación semejante a la latitud del lugar de instalación más 10 grados en la ciudad de Cajamarca. El ángulo de los módulos fotovoltaicos para un montaje autónomo, poseer en cuenta que la latitud de Lima es  $6^\circ$ , se puede determinar empleando la consecuente expresión.

$$\text{Inclinación verano: } L+10 = 16^\circ$$



Tomando en cuenta todo el parámetro necesario hemos elegido como soporte al STF03V-1642-994 para tejados, soporte para 3 paneles en vertical. El sistema de sujeción para tejado de Techno Sun cumplen la normativa AS/NZS 1170 y su facilidad de montaje ahorra tiempo de instalación al profesional.

El optimizado proceso de fabricación de cada pieza permite ofrecer gran calidad en los componentes a un precio netamente inferior a los costosos sistemas de estructuras convencionales.

Además, la gama de kits STR permite sujetar módulos fotovoltaicos con o sin marco lo que ofrece una versatilidad única.

El sistema de fijación incorpora de serie los siguientes componentes (cantidades en base al modelo del kit):

- Rieles de aluminio



- junta entre carriles
- Fijaciones entre paneles
- fijaciones para finales de paneles
- Conector toma a tierra entre paneles y cable

**Tabla 2: Información Técnica de estructura para los paneles**

<b>Sitio de instalación</b>	<b>Tejado o campo abierto</b>
Ángulo de inclinación	De 10 a 60 grados
Altura de la instalación	Hasta 20m
Velocidad máxima del viento	Hasta 60m / s
carga de nieve	Hasta 1.4KN / m <sup>2</sup>
Estándares	AS / NZS 1170 y DIN 1055 y otros
Material	Aleación de aluminio y acero inoxidable
Color	Natural
Anti-corrosivo	Anodizado
Garantía	Diez años de garantía
Duración	Más de 20 años

## ANEXO 08

### DETERMINAR EL MONTO TOTAL DE LA INVERSIÓN PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO EN EL ANEXO PIEDRAS COLORADAS – CAJAMRCA.

#### COSTOS DE INVERSIÓN INICIAL:

La Energía Solar viene a ser una alternativa de energías renovables no convencionales, a través de paneles solares como una alternativa de suministro de energía a localidades rurales y urbanas con bajos consumos de energía.

Esta alternativa evalúa en la zona de estudio, de módulos fotovoltaicos, donde cada uno de ellos comprende:

**Cuadro 15: Costos unitarios de sistema domiciliario**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL
<b>SISTEMA DE ENERGÍA</b>			
PANEL SOLAR 150W	3	580	1,740
Batería de ciclo profundo	1	936	936
Controlador/regulador de carga de 50 A	1	156	156
Inversor AISLADA PHOENIX 12/1200	1	1412	1,412
Estructura de soporte de acero galvanizado y/o aluminio para modulo tipo poste	1	100	100
<b>CONEXIONES INTERNAS</b>			
Interruptor simple TICINO con tornillos	4	5	20
Tomacorriente doble con tornillos	2	9	18
Cables y accesorios de conexión	1	220	220
<b>VALOR DE VENTA POR SISTEMA PARA VIVIENDAS (S/.) Incluye IGV</b>			<b>S/. 4,602</b>

Fuente: propia

Así mismo, conociendo los costos de inversión correspondientes al sistema de energía, es necesario considerar costos de instalación, transporte y flete, así determinar el costo de inversión real que implicaría para tener energía en un domicilio.

A continuación, se determina los costos de instalación, transporte y flete que implicaría un sistema fotovoltaico y por todos los requeridos que ha

determinado el presente estudio que en este caso es para atender todos los domicilios del Anexo Piedras Coloradas.

**Cuadro 16: Costos de instalación transporte y flete**

Instalación y puesta en marcha	Precio Unitario de Instalación (S/.)	Precio Unitario De Transporte y Fletes (S/.)	Precio Unitario por sistema Instalado (S/.)
<b>SISTEMA DE ENERGÍA DOMICILIARIO</b>	350	150	500

**Cuadro 17: Resumen de costos de inversión total por domicilio**

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
<b>Sistema de Energía Domiciliario</b>	1	4,602	4,602.00
<b>Instalación y puesta en marcha</b>	1	500	500.00
<b>Costo total de inversión (Inc. IGV)</b>			<b>5,102.00</b>

**Cuadro 18: Resumen de costos de inversión total todos los domicilios**

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
<b>Sistema de Energía Domiciliario</b>	23	4,602	105,846.00
<b>Instalación y puesta en marcha</b>	23	500	11,500.00
<b>Costo total de inversión (Inc. IGV)</b>			<b>117,346.00</b>

## ANEXO 09

### EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO A DISEÑAR

El presente trabajo de investigación recomienda que el financiamiento para la implementación del presente diseño se establezca mediante crédito financiero para lo cual se presenta el siguiente análisis por modulo fotovoltaico.

Teniendo el costo por domicilio que asciende a la suma de **S/. 5,102.00 soles**

EVALUACION CREDITO FINANCIERO						
CREDITO FINANCIERO S/. BCP						
CREDITO FINANCIERO	5102.00					
Gastos administrativos	0.00					
Total Credito Finaciado	5102.00					
DESCRIPCION	Crédito financiero para Inversión	Tasa Anual de Interes	Total Interes Anual	Años de Credito Financiado	Total Pago Anual	Total Pago Mensual
Total Credito Financiado	5102.00	20.60%	1051.01	5.00	2071.41	172.62
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totales	5102.00	20.60%	1051.01	5.00	2071.41	172.62

*Fuente: Elaboración propia.*

En el cuadro anterior se muestra la cantidad de crédito financiero especificando en esta la tasa de interés anual, el plazo de pago que sería en 5 años y el total de pago anual y mensual que el beneficiario tendría que hacer al adquirir este sistema de financiamiento.

En tal sentido se muestra en el cuadro N° 19 el flujo de caja teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

#### **INGRESOS:**

- Crédito financiero (BCP).
- Pago Anual del Beneficiario.

#### **EGRESOS:**

- Monitoreo de Equipos
- Gastos Administrativos
- Gatos por Cambio de Inversor al año 2 y Baterías al año 4

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

AÑOS	0	1	2	3	4	5
	Crédito financiero para Inversión	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario
<b>INGRESOS</b>						
Ingresos	5102.00	2071.41	2071.41	2071.41	2071.41	2071.41
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total Ingresos</b>	<b>5102.00</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>	<b>2071.41</b>
<b>EGRESOS</b>						
Monitoreo de equipo		80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Gastos administrativos		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Otros (cambio Inversor)		0.00	1412.00	0.00	0.00	0.00
Otros (cambio baterías)		0.00	0.00	0.00	936.00	0.00
<b>Total Egresos</b>	<b>0.00</b>	<b>120.00</b>	<b>1532.00</b>	<b>120.00</b>	<b>1056.00</b>	<b>120.00</b>
<b>INGRESO NETO</b>	<b>-5102.00</b>	<b>1951.41</b>	<b>539.41</b>	<b>1951.41</b>	<b>1015.41</b>	<b>1951.41</b>
<b>VAN S/</b>	<b>489.14</b>					
<b>TIR</b>	<b>13.65%</b>					
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>10%</b>					

*Fuente: Elaboración propia.*

El gasto Total para la implementación del sistema teniendo en cuentas sus especificaciones técnicas del sistema diseñado con respecto a los 23 beneficiarios, asciende a S/. 117,346.00 soles, teniendo en cuenta que el costo por implementación de cada módulo fotovoltaico asciende a la suma de S/. S/. 5,102.00 soles.

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el VAN y TIR proyectado a cinco años plazo que se otorga al beneficiario mediante un crédito financiero, que mostrará las Inversiones posteriores a la inicial con sus respectivos gastos de operación y mantenimiento; todo esto nos permitirá hallar los indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La evaluación se realizó teniendo en cuenta los siguientes Criterios:

- ❖ Si  $VAN \geq 0$ : se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza
- ❖ Si  $TIR > t = 10\%$ : se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza

### ANÁLISIS DE VAN Y TIR

VAN	S/. 489.14	SE ACEPTA
TIR	13.65%	SE ACEPTA

*Fuente: Elaboración propia.*

Según el resultado obtenido nos muestra que el proyecto es Rentable por lo cual se recomienda gestionar dicho proyecto mediante un crédito financiero de lo contrario se deberá gestionar dicho análisis ante una entidad local más cercana para realizar la evaluación económica no a nivel privado si no a nivel social según las especificaciones dadas en los documentos de gestión e inversión del estado peruano.

## ANEXO 10

### FICHA DE VALIADACION DE INSTRUMENTOS

#### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

##### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: JAIMEN ROBINSON BRAVO PRETEL
- Profesión: Ing. MECANICO ELECTRICISTA
- Grado académico: BACHILLER-TITULADO y COLEGIADO
- Actividad laboral actual:  
ESPECIALISTA EN INSTALACIONES ELECTRICAS, SISTEMAS  
DE ELECTRIFICACION CONVECCIONAL Y FOTOVOLTAICO.

  
Jaime Robinson Bravo Pretel  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 123344

### INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
Jaimen Robinson Bravo Pretel  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 123344

**Firma del entrevistado**



**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: X Poco pertinente:     No es pertinente:    

Por favor, indique las razones:

SI DEBIDO A QUE EL ANALISIS VA DIRIGIDO A PUBLICO EN GENERAL O ABOGADOS EN ESTE CASO CON POCO CONOCIMIENTO DEL TEMA.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: X Insuficientes:    

Por favor, indique las razones:

POR EL TIPO DE ESTUDIO REALIZADO CONSIDERO QUE SON SUFICIENTES


3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: X Poco adecuadas:     Inadecuadas:    

Por favor, indique las razones:

SI CONSIDERO QUE SE ENCUENTRAN BIEN PLANTADAS

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

  
Jaimen Robinson Bravo Pretel  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 123344

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			
3	X			X			
4	X			X			
5	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. Para mejorar el instrumento de recolección de datos?

QUE NO SE COLOQUE PREGUNTAS TAN COMPLEJAS YA QUE  
LA ENCUESTA VA DIRIGIDA A ABOGADOS QUE NO CONOCEN  
MUCHO LOS TEMAS PLANTEADOS; EN TODO CASO PONER PREGUNTAS  
SENCILLAS DE ENTENDER PERO QUE TENGAN GRAN RELEVANCIA  
EN EL PRODUCTO FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
 Jaimen Robinson Bravo Pretel  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP 123344  
 Firma del Experto